TÜBİTAK

TÜRKİYE BİLİMSEL VE
TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU

THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL
RESEARCH COUNCIL OF TURKEY

1997-1337

BATI KARADENİZ'DE AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN KARASAL KAYNAKLARININ BELİRLENMESİ

PROJE NO: YDABÇAG-258/G

Yer Deniz Atmosfer Bilimleri ve
Çevre Araştırma Grubu

Earth Marine Atmospherical Sciences and
Environmental Researches Grant Group

1997-1337

BATI KARADENİZ'DE AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN KARASAL KAYNAKLARININ BELİRLENMESİ

PROJE NO: YDABÇAG-258/G

YÜRÜTÜCÜ: PROF.DR. MUSTAFA ÜNSAL

ZİR.Y.MÜH. YILMAZ BEKİROĞLU
ARAŞT.GÖR. ŞENGÜL (AKDOĞAN) BEŞİKTEPE
ZİR.Y.MÜH. YUSUF KAYIKÇI
KİMYAGER NİGAR ALEMDAĞ
KİMYAGER MUAMMER AKTAŞ
KİMYAGER CELAL YILDIRIM

R. 65

1-49, Ek

Tr, En

MART 1997
Erdemli-MERSİN

ODTÜ DenizBil. Enst. Erdemli, İÇEL

ÖNSÖZ

TÜBİTAK desteğinde yürütülen "Batı Karadeniz'de Ağır Metal Kirliliğinin Karasal Kaynaklarının Belirlenmesi" projesi, Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), ODTÜ-Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü arasında kurulan bir izleme komitesi ve TÜBİTAK-DEBAG tarafından izlenmiştir. Katkılarından dolayı bu kuruluşlara teşekkür ediyoruz.

Yukarıda adı geçen proje çalışmalarıyla ilgili gelişme ve faaliyetleri içeren bu rapor, 01.05.1995-31.12.1995 tarihleri arasında yapılan metal analizlerinin sonuçlarını ve bu sonuçların yorumunu içermektedir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Tablolar Listesi	vi
Şekiller Listesi	viii
Özet ve Anahtar Kelimeler	x
Summary and Key Words	xii
1. Giriş	1
2. Projeyi Destekleyen ve İşbirliği Yapılan Kuruluşlar	3
2.1. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu- TÜBİTAK	3
2.2. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı- Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü	3
2.3. Orta Doğu Teknik Üniversitesi- Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü	4
3. Projenin Amaçları	5
4. Projede Uygulanan Metotlar	8
4.1. Toplam Askı Yük	8
4.2. Sediman	9
4.3. Midye	9
4.4. Makroalg	10
5. Elde Edilen Bulgular	11
5.1. Metal Konsantrasyonlarının İstasyonlara Göre Değişimi	11
5.1.1. Cıva	11
5.1.1.1. Toplam Askı Yük	11
5.1.1.2. Sediman	13

5.1.1.3. Midye 15

5.1.1.4. Makroalg 16

5.1.2. Bakır 17

5.1.2.1. Toplam Askı Yük 17

5.1.2.2. Sediman 18

5.1.2.3. Midye 19

5.1.2.4. Makroalg 20

5.1.3. Kurşun 21

5.1.3.1. Toplam Askı Yük 21

5.1.3.2. Sediman 22

5.1.3.3. Midye 23

5.1.3.4. Makroalg 25

5.2. Metal Konsantrasyonlarının Mevsimlere Göre Değişimi 26

5.2.1. Cıva 26

5.2.1.1. Toplam Askı Yük 26

5.2.1.2. Sediman 27

5.2.1.3. Midye 28

5.2.1.4. Makroalg 29

5.2.2. Bakır 30

5.2.2.1. Toplam Askı Yük 30

5.2.2.2. Sediman 31

5.2.2.3. Midye 32

5.2.2.4. Makroalg 33

5.2.3. Kurşun 34
5.2.3.1. Toplam Askı Yük 34
5.2.3.2. Sediman 35
5.2.3.3. Midye 36
5.2.3.4. Makroalg 37
6. Karşılaşılan Güçlükler 39
7. Sonuçlar 40
8. Harcamalar 43
9. Referanslar 44

TABLOLAR LİSTESİ

	Sayfa
1. Örnekleme İstasyonlarının Yerleri	51
2a. Örnekleme İstasyonlarında Ölçülen pH, Çözünmüş oksijen (D.O.), Sıcaklık (T^0C), Tuzluluk (S‰) ve Seki Disk (Sk.D.) Değerleri	52
2b. Örnekleme İstasyonlarında Ölçülen pH, Çözünmüş oksijen (D.O.), Sıcaklık (T^0C), Tuzluluk (S‰) ve Seki Disk (Sk.D.) Değerleri	53
3a. Toplam Askı Yükte Cıva Konsantrasyonları	54
3b. Toplam Askı Yükte Cıva Konsantrasyonları	55
4a. Sedimanda Cıva Konsantrasyonları	56
4b. Sedimanda Cıva Konsantrasyonları	57
5a. Midyelerde Cıva Konsantrasyonları	58
5b. Midyelerde Cıva Konsantrasyonları	59
6a. Makroalglerde Cıva Konsantrasyonları	60
6b. Makroalglerde Cıva Konsantrasyonları	61
7a. Toplam Askı Yükte Bakır Konsantrasyonları	62
7b. Toplam Askı Yükte Bakır Konsantrasyonları	63
8a. Sedimanda Bakır Konsantrasyonları	64
8b. Sedimanda Bakır Konsantrasyonları	65
9a. Midyelerde Bakır Konsantrasyonları	66
9b. Midyelerde Bakır Konsantrasyonları	67
10a. Makroalglerde Bakır Konsantrasyonları	68
10b. Makroalglerde Bakır Konsantrasyonları	69

11a. Toplam Askı Yükte Kurşun Konsantrasyonları 70
11b. Toplam Askı Yükte Kurşun Konsantrasyonları 71
12a. Sedimanda Kurşun Konsantrasyonları 72
12b. Sedimanda Kurşun Konsantrasyonları 73
13a. Midyelerde Kurşun Konsantrasyonları 74
13b. Midyelerde Kurşun Konsantrasyonları 75
14a. Makroalglerde Kurşun Konsantrasyonları 76
14b. Makroalglerde Kurşun Konsantrasyonları 77

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
1. Örnekleme İstasyonları	79
2.Toplam Askı Yükte Cıva Konsantrasyonlarının İstasyonlara Göre Değişimi	80
3. Sedimanda Cıva Konsantrasyonlarının İstasyonlara Göre Değişimi	80
4. Midyelerde Cıva Konsantrasyonlarının İstasyonlara Göre Değişimi	81
5. Makroalglerde Cıva Konsantrasyonlarının İstasyonlara Göre Değişimi	81
6.Toplam Askı Yükte Bakır Konsantrasyonlarının İstasyonlara Göre Değişimi	82
7. Sedimanda Bakır Konsantrasyonlarının İstasyonlara Göre Değişimi	82
8. Midyelerde Bakır Konsantrasyonlarının İstasyonlara Göre Değişimi	83
9. Makroalglerde Bakır Konsantrasyonlarının İstasyonlara Göre Değişimi	83
10. Toplam Askı Yükte Kurşun Konsantrasyonlarının İstasyonlara Göre Değişimi	84
11. Sedimanda Kurşun Konsantrasyonlarının İstasyonlara Göre Değişimi	84
12. Midyelerde Kurşun Konsantrasyonlarının İstasyonlara Göre Değişimi	85
13. Makroalglerde Kurşun Konsantrasyonlarının İstasyonlara Göre Değişimi	85

14. Toplam Askı Yükte Cıva Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimi 86

15. Sedimanda Cıva Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimi 86

16. Midyelerde Cıva Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimi 87

17. Makroalglerde Cıva Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimi 87

18. Toplam Askı Yükte Bakır Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimi 88

19. Sedimanda Bakır Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimi 88

20. Midyelerde Bakır Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimi 89

21. Makroalglerde Bakır Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimi 89

22. Toplam Askı Yükte Kurşun Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimi 90

23. Sedimanda Kurşun Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimi 90

24. Midyelerde Kurşun Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimi 91

25. Makroalglerde Kurşun Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimi 91

26. Batı Karadeniz Bölgesinde Aylara Göre Yağış Miktarları 92

27. Marmara Bölgesinde Aylara Göre Yağış Miktarları 92

28. Sakarya Nehri ve Filyos Çayının 1984, 1985 ve 1986 Yılları Ortalama Debisi 93

ÖZET VE ANAHTAR KELİMELER

Bu rapor,"**Batı Karadeniz'de Ağır Metal Kirliliğinin Karasal Kaynaklarının Belirlenmesi Projesi**" çerçevesinde toplam askı yük, sediman, midye ve makroalglerde yapılan metal (Hg, Cu ve Pb) ölçümlerinden elde edilen sonuçlar ve bu sonuçların yer ve zamana göre değişimlerini içermektedir.

Adı geçen proje, Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'nun parasal katkısı, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı - Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü'nün (TKB-TSÜAE) tekne, personel, araç ve gereç katkısıyla Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Erdemli Deniz Bilimleri enstitüsü tarafından yürütülmüştür.

Proje süresince, Batı Karadeniz'de cıva, bakır ve kurşunun karasal kaynakları belirlenmeye çalışılmış, ayrıca alınan örneklerde metal konsantrasyonlarının istasyonlara ve mevsimlere göre değişimi incelenmiştir. Bunun için Ocak, Nisan, Eylül ve Aralık aylarında 9 kaynak ve 4 referans istasyonundan toplam askı yük (TAY), sediman, midye ve makroalg örnekleri alınarak analiz edilmiştir.

İstasyonlara göre incelendiğinde, toplam askı yükte en yüksek cıva konsantrasyonları İst. 2 ve 8'de, sedimanda, İst. 7 ve 9'da, Midyelerde İst. 5 ve 7'de, makroalglerde ise İst.8 ve 9'da ölçülmüştür. Buna göre İst. 7, 8 ve 9'un cıva bakımından en kirli istasyonlar olup bunları İst. 2 ve 5 izlemektedir.

İnebolu'dan (İst.2) alınan tüm örneklerde bakır konsantrasyonları en yüksek düzeydedir. Bu sonuçlar bu bölgede bakır kirliliğinin önemli boyutlarda olduğunu göstermektedir.

Kurşun konsantrasyonları cıvada olduğu gibi örnek türlerine bağlı olarak çeşitli istasyonlarda farklı düzeylerde bulunmuştur; Toplam askı yükte en yüksek kurşun konsantrasyonu İst. 2 ve 5'te, sedimanda İst.2 ve 8'de, midyelerde İst. 3 ve 5'te, makroalglerde İst. 3 ve 5'te ölçülmüştür. Buna göre Zonguldak ve Bartın gibi yerleşim alanlarında kurşun kirliliğinin önemli olduğu, bu kirliliğin özellikle atmosferden geldiği, ayrıca İnebolu'da da muhtemelen bakır ile birlikte bir miktar kurşunun da denize ulaştığı anlaşımaktadır.

Mevsimlere göre incelendiğinde en yüksek cıva değerleri toplam askı yükte Ocak, diğer örneklerde (Sediman, midye ve makroalg) Nisan ayında ölçülmüştür.

Bakır konsantrasyonları toplam askı yükte yine Ocak ayında, midyelerde Nisan, sediman ve makroalglerde Aralık ayında en yüksek düzeyde bulunmuştur.

Kurşun için en yüksek değerler toplam askı yükte ve sedimanda Eylül, midye ve makroalglerde ise Nisan ayında ölçülmüştür.

İndikatör (belirleyici) organizma olarak midyeler dikkate alındığında cıva, bakır ve kurşun kirliliği Nisan ayında artmaktadır. Aynı ayda sedimandaki cıva konsantrtrasyonu da en yüksek düzeydedir . Buna göre sedimandaki cıva ile midyelerdeki cıva arasında bir ilişki olmasına karşın, diğer metaller için bu ilişki gözlenememiştir.

Anahtar kelimeler: Toplam askı yük, Sediman, Midye, Makroalg, Konsantrasyon, Mevsimsel değişim.

SUMMARY AND KEY WORDS

The present report comprehends the data and results obtained on the temporal and spatial levels of some heavy metals (Hg, Cu and Pb) in total suspended sediment, sediment, mussels and in macroalgae which were studied within the framework of the project **"Determination of the Land-based Sources of Heavy Metal Pollution in the Western Black Sea Coast"**.

The project was conducted by the Middle East Technical University, Erdemli Institute of Marine Sciences with the financial support of the State Planning Office and Turkish Scientific and Technical Research Council (TUBİTAK) and in collaboration with Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Aquatic Research Institute in Trabzon.

During the project, the land-based sources of mercury, copper and lead were tried to be defined in the western Black Sea and in addition the seasonal and spatial changes in metal concentrations of the samples were also studied. To do this, total suspended sediment, sediment, mussel and macroalgae samples were taken from 9 source and 4 reference stations in January, April, September and December.

When the stations were taken into account, the highest mercury concentrations in total suspended sediment were measured at Sts. 2 and 8, in sediment at Sts. 7 and 9, in mussels at Sts. 5 and 7 and in macroalgea at Sts. 8 and 9. From these results, it was suggested that Sts. 7, 8 and 9 are the most polluted by mercury and they are followed by Sts. 2 and 5.

The copper concentrations were always at highest levels in all samples taken from İnebolu (St. 2). These results show the extent of copper pollution in this region.

Similar to mercury, lead concentrations were found at different levels depending on the samples at various stations. The highest lead concentrations in total suspended sediment were measured at Sts. 2 and 5, in sediment at Sts. 2 and 8, in mussels at Sts. 3 and 5 and in macroalgae at Sts. 3 and 5. From these results it can be deduced that, lead pollution is serious in urban areas, such as Zoguldak and Bartın and it comes especially from atmosphere. It is suggested that certain quantity of lead, together with copper, reaches also Black Sea.

When the seasonal variation of the metal concentrations were taken into consideration, the highest mercury levels were found in January in total suspended sediment and in April in the other samples (sediment, mussel and macroalgae)

The copper concentrations were found highest in total suspended sediment, mussels, sediment and macroalgae in January, April and in December respectively

The highest lead levels were measured in total suspended sediment and in the sediment, in September and in mussels and macroalgae in April.

If the mussels are taken into consideration as indicator organisms, mercury, copper and lead pollution increases in April since they contained these three metals in highest amounts in April. The mercury concentration in sediment was also at highest level in the same month. Therefore, there is a relation between the mercury concentration in mussels and that in sediment while no relation was observed for other two metals..

Key words: Total suspended sediment, Sediment, Mussel, Macroalga, Concentration, Seasonal variation.

1. GİRİŞ

Gelişen endüstrileşmeye ve artan şehirleşmeye paralel olarak, karalardan denizlere ulaşan kirletici miktarı, dolayısıyla da deniz kirliliği artmaktadır. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde önemli boyutlara ulaşacak olan bu kirliliğin, bir yandan insanların önemli bir besin kaynağı olan deniz ürünlerine, diğer yandan insan sağlığına ciddi zararlar vermesi kaçınılmaz hale gelecektir.

Türkiye kıyılarından Batı Karadeniz'e dökülen en büyük iki nehir Sakarya nehri ve Yenice ırmağı (Filyos çayı) dır. Ayrıca pek çok dere ya doğrudan ya da adı geçen bu iki nehir yardımıyla dolaylı olarak denize ulaşmaktadır. Diğer yandan batıda Tuna nehri Avrupa'da pek çok ülkeyi, kuzeybatıda Dinyeper ve Dinyester nehirleri Ukrayna ve komşu ülkeleri tarayarak değişik türden kirleticiyi Batı Karadeniz'e taşımakta (Bronfman ve ark., 1994), daha sonra bu kirleticiler akıntılarla kıyılarımıza kadar ulaşmaktadır. Zaitsev'e (1992) göre (bkz. Polikarpov ve ark. (1994) nehirler yoluyla önemli miktarda karasal kaynaklı kirletici, örneğin 4500 ton kurşun, 2800 ton bakır ve 80 ton cıva batı Karadeniz'e karışmaktadır. Polikarpov ve ark. (1994) göre yılda Tuna nehri ile 49-60 ton, Dinyeper nehri ile 5 ton cıva Karadeniz'e ulaşmaktadır. Bu metallere ek olarak diğer bazı metaller, petrol ve petrol ürünleri, sentetik organik maddeler de çeşitli yollardan Doğu ve Batı Karadeniz'e karışmaktadır. Ayrıca İstanbul Boğazı ve diğer kaynaklardan gelen evsel atıklar da önemli ve çeşitli miktar ve özellikte kirleticiler içermektedirler.

Bu bilgileri dikkate alarak, Batı Karadeniz'de kirliliğe sebep olan başlıca kaynakları belirlemek amacıyla ODTÜ-Deniz Bilimleri

Enstitüsü ile Tarım ve Köyişleri Bakanlığı-Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü, TÜBİTAK desteğinde bir proje başlatmışlardır. Cıva, bakır ve kurşun'un Batı Karadeniz'e hangi yollardan ve kaynaklardan ulaştığını belirlemeyi amaçlayan bu proje, 1992 yılında yine aynı bölgede yürütülen ve TÜBİTAK tarafından desteklenen "**Batı Karadeniz'de, Ekonomik Önemi Olan Bazı Deniz Ürünlerinde Ağır Metallerin Belirlenmesi**" projesinin devamı ve onu tamamlayıcı bir projedir.

Bu projede, özellikle kirliliğin belirleyicisi "İndikatör" türler olarak bilinen midye ve makroalg ile yine önemli miktarda kirletici içeren sediman ve toplam askı yük araştırma materyali olarak seçilmiştir.

2. PROJEYİ DESTEKLEYEN VE İŞBİRLİĞİ YAPILAN KURULUŞLAR

Projeyi destekleyen ve işbirliği yapılan kuruluşlar şunlardır:

- Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK),
- Tarım ve Köyişleri Bakanlığı-Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (TKB-TSÜAE),
- Orta Doğu teknik Üniversitesi- Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü (ODTÜ-DBE).

2.1. TÜRKİYE BİLİMSEL ve TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU – TÜBİTAK

Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, bünyesindeki Yer, Deniz, Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu (**YDABÇAG**) tarafından YDABÇAG – 258/G Projesi kapsamında desteklenmiştir.

2.2. TARIM VE KÖYİŞLERİ BAKANLIĞI – TRABZON SU ÜRÜNLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ

Tarım ve Köyişleri Bakanlığına bağlı Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü proje çalışmalarına personel, araç ve gereç yönünden katkıda bulunmuştur: Örnekler, Şekil 1'de belirtilen istasyonlardan Enstitü elemanları tarafından alınmış, asitte eritilmiş (digestion) ve Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi'nde analiz

edilmişlerdir. Örnekleme noktalarındaki fiziksel ve kimyasal parametreler örnekleme anında yine Enstitü elemanları tarafından ölçülmüştür.

2.3. ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ– ERDEMLİ DENİZ BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Deniz Bilimleri Enstitüsü, bir yandan Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü personelinin teorik ve pratik eğitimine katkıda bulunmuş, diğer yandan da bu Enstitü personeli tarafından yapılan analizlerde elde edilen sonuçları değerlendirmiştir. Ayrıca projenin ara raporları da yine Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından hazırlanarak TÜBİTAK'a sunulmuştur.

3. PROJENİN AMAÇLARI

Giriş bölümünde de belirtildiği gibi Batı Karadeniz'e özellikle batı ve kuzeybatıdan pek çok nehir ulaşmaktadır ve önemli miktarda kirliliği bu bölgeye taşımaktadır. Vorontsov ve Koltsov'a (1994) göre Dinyeper ve Dinyester nehirlerinin havzaları Karadeniz'in kirliliğinde önemli rol oynamaktadır. Yine Karadeniz'e giren kirleticilerin %75'i Tuna nehri vasıtasıyla gelmektedir. Tuna dışında Bulgaristan'dan ve Türkiye'den nehirler yoluyla Karadeniz'e gelen kirleticiler toplam kirleticilerin yaklaşık %5'ini oluşturmaktadır. Ayrıca yurdumuzun Batı Karadeniz ve Marmara bölgeleri dahil olmak üzere Avrupa ve Birleşik Devletler Topluluğu'nda bu nehirlerin içinden geçtiği yerleşim bölgelerinden, kıyıdaki yerleşim alanlarından ve İstanbul Boğazı'ndan gelen ve çoğu kez hiçbir ön arıtma yapılmadan ya doğrudan denizlere ya da dere, nehir gibi akarsulara verilen evsel atıklar, Batı Karadeniz'de kirlilik kaynağının çok önemli bir bölümünü oluşturmaktadırlar. Örneğin sadece Zonguldak şehrinin 2.5 $\times$ 10^6 m^3/gün olan atık su miktarının 1.5 x 10^6 m^3/gün kadarı yedi noktadan denize deşarj edilmekte, geriye kalanı ise çevredeki derelere akıtılmakta ve dolaylı yoldan denize ulaşmaktadır (Tuncel ve ark., 1993). İstanbul ve çevresinden İstanbul Boğazı yoluyla Karadeniz'e ulaşan atık su miktarı ise 10^8 m^3/yıl'dır (Zats, 1992; bkz. Polikarpov ve ark., 1994). Yine Batı Karadeniz ve Marmara bölgerinin iç kısımlarında ve kıyısında bulunan bazı endüstriyel kuruluşlar ve madenler ile kuzeyde Çernobil ve benzeri kuruluşlar bu bölgenin diğer önemli kirlilik kaynaklarıdır.

Bölgede yaşayan organizmaların bu kirlenmeden etkilenmemesi düşünülemez. Bu etkiler, kısa bir süre sonunda (gün, hafta, vb) gözlenebileceği gibi (akut etki), aylar hatta yıllar sonra da ortaya

çıkabilir (kronik etki). Özellikle uzun süreli etkiler en tehlikeli olanlarıdır. Bu etkilerin belirlenerek gerekli önlemlerin alınabilmesi için kirli bölgeden alınan örneklerin içerdikleri kirletici miktarlarının bilinmesi gerekir. Böylece hem bölgenin, hem de o bölgede yaşayan organizmaların kirlilik düzeyi belirlenebilir. Organizmalar için elde edilen sonuçlar, uluslararası kabul edilebilir üst limitlerle karşılaştırılarak bu organizmaların insan sağlığı açısından bir tehlike oluşturup oluşturmadığı anlaşılabilir.

Yaptığımız literatür araştırmaları, Batı Karadeniz'de yaşayan organizmaların ağır metal konsantrasyonları konusundaki çalışmaların çok az, (Serbanescu ve ark., 1980; Akdoğan, 1991; Ünsal ve ark., 1993; Akdoğan ve Ünsal, 1994) balıklar ve alglerle ilgili çalışmaların ise yok denebilecek düzeyde olduğunu göstermektedir.(Güven ve ark., 1992; Ünsal ve ark., 1993).

1991 yılında Orta ve Doğu Karadeniz'den başlatılan ve bugüne kadar aralıksız devam eden ve genel anlamda "Karadeniz'in kirliliği" projelerinin devamı niteliğinde olan bu projenin amaçları:

- Batı Karadeniz'de, nehir, dere ve atık sulardan alınan örneklerle aynı zamanda denizden alınan örneklerden elde edilen sonuçları karşılaştırarak kirlenmenin en çok hangi bölgelerde ve hangi kaynaklardan geldiğini belirlemek ve gerekli önlemleri almak,
- Midyeler için elde edilen sonuçları, diğer ülkeler tarafından belirlenen kabul edilebilir üst limitlerle karşılaştırarak bu organizmaların içerdiği kirletici konsantrasyonları nın sağlık açısından tehlikeli olup olmadıklarını saptamak ve böylece, ülkemizde henüz belirlenmemiş olan "sağlık açısından kabul edilebilir üst limitler'in" belirlenmesinde veri tabanı oluşturmak,

- TKB-TSÜAE personelini örnek alınması, örneklerin analiz edilmesi ve çıkan sonuçların değerlendirilmesi konularında daha çok eğiterek gelecekte bu tür çalışmaları rutin olarak yapabilecek şekilde deneyim kazanmalarını sağlamaktır.

4. PROJEDE UYGULANAN METOTLAR

Örnekler, Tablo 1'de belirtilen yerlerden, Şekil 1'de gösterilen kaynak ve referans istasyonlarından alınmıştır. Her istasyonda üç ayrı nokta belirlenmiştir. Buna göre örnekler; (a) Eğer nehir, dere ya da atıksu mevcut ise bunların kıyıya ulaştığı noktan geriye doğru 25-50 m içerisinde suyun durgun olduğu bir yerden, (b) kıyıdan ve (c) kıyıdan itibaren açığa doğru 25-50 m içerisinden alınmıştır.

4.1. TOPLAM ASKI YÜK

Nehir, dere, atıksu ya da denizden alınan 1 litrelik su örnekleri 0.45 µm'lik membran filtrelerden süzülüp deney tüpleri içerisine konularak eritme işlemine kadar derin dondurucuda saklandı. Blank (Kontrol) olarak kullanılmak üzere planktonsuz iki adet 0.45 µm'lik membran filitre de örneklerle birlikte derin dondurucuda saklandı. Üzerinde süzülmüş askı yük bulunan filtreler alınarak eritilmek üzere (digestion) teflon kaplara konuldu. Örneklerin üzerine 3.0 ml konsantre nitrik asit (HNO_3) ilave edildi ve teflon kapların kapakları kapatılarak çelik bloktaki yerlerine yerleştirildi. Blank (Kontrol) için iki adet teflon kaba sadece birer adet 0.45 µm' lik membran filtreler konuldu ve üzerine yine 3.0 ml HNO_3 eklenerek bunlar da çelik blok içindeki yerlerine yerleştirildi. İçerisinde teflon kapların bulunduğu çelik blok ısıtıcı levha (Hot Plate) üzerine konularak 130-150 ^oC'de 9 saat ısıtıldı. Isıtıcı kapatılarak çelik blok oda ısısına gelinceye kadar beklendi ve daha sonra teflon kaplardaki erimiş örnekler balon jojelere alınarak hacim, iki kez distile edilmiş su ile 25 ml'ye tamamlandı. Örnekler analize kadar buz dolabında +4 ^oC' de saklandı. Cıva, bakır

ve kurşun analizleri UNEP/ FAO/IAEA/ IOC (1984a,b) de tanımlanan yöntemle Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi'nde (AAS) analiz edildi ve çıkan sonuçlar çeşitli yöntemlerle değerlendirildi.

4.2. SEDİMAN

Dalgıç ya da Backman kepçesi (Grab) ile ortamdan alınan sediman örnekleri de analize kadar asit ile temizlenmiş plastik kavanozlar içerisinde derin dondurucuda saklandı. Yaklaşık 0.5 gr sediman örneği yukarıda açıklanan yöntemle asitte eritildi ve AAS'de analiz edildi. Sedimandaki metal konsantrasyonları genellikle yüksek olduğundan analiz esnasında örnekler bazen birkaç kez seyreltildi. Literatür araştırmalarında çoğu kez metal konsantrasyonları kuru ağırlık olarak verildiğinden her istasyondan birkaç örneğin kuru ağırlığı belirlenerek ortalama kuru ağırlık hesaplanmıştır. Daha sonra kuru ağırlık - yaş ağırlık oranları hesaplanarak sonuçların kuru ağırlık olarak da değerlendirilmesi sağlanmıştır.

4.3. MİDYE

Örneklerin alınması ve eritilmesi Bernhard (1976) tarafından tanımlanan yöntemle yapılmıştır. Buna göre: örnekleme yerlerinden toplanan ve plastik torbalar içinde derin dondurucuda saklanan midyelerin mümkün olduğunca aynı boyda olanları alınarak kabukları plastik ya da paslanmaz çelikten yapılmış bisturi ile açıldı ve yumuşak (et) kısmından yaklaşık 0.5 gr alınarak eritilmek üzere (digestion) teflon kaplara konuldu. Örneklerin üzerine 3.0 ml konsantre nitrik asit (HNO_3) ilave edildi ve teflon kapların kapakları kapatılarak bir süre (15-20 dak.) bekledikten sonra çelik bloktaki yerlerine yerleştirildi. Ayrıca blank için iki adet teflon kaba sadece 3.0 ml HNO_3 konularak

bunlar da çelik blok içindeki yerlerine yerleştirildi. Eritme işleminin bundan sonraki safhaları ve analizler toplam askı yük'te açıklandığı şekilde yapıldı. Sedimanda olduğu gibi her istasyon için midye örneklerinin ortalama kuru ağırlığı ve dolayısıyla kuru ağırlık- yaş ağırlık oranları belirlenmiştir.

4.4. MAKROALG

Ortamdan toplanan alglerin üzerindeki yabancı maddeler temizlendikten sonra plastik torbalara konularak analize kadar derin dondurucuda saklandı. Analizden önce yaklaşık 1.0 gr alg örneği alınarak eritilmek üzere teflon kaplara konuldu ve üzerine 3.0 ml konsantre HNO_3 eklenerek 9 saat ısıtıldı. Midyelerde olduğu gibi daha sonra 25 ml'lik balon jojelere alınarak analiz edilinceye kadar +4 ^oC'de buzdolabında saklandı. Yine midyeler için kullanılan yöntemle AAS' de analiz edildi. Makroalglerde de kuru ağırlık-yaş ağırlık oranları hesaplanmıştır.

5. ELDE EDİLEN BULGULAR

Şekil 1'de gösterilen istasyonlardan, dört değişik örnekleme zamanında (Ocak, Nisan, Eylül ve Aralık) alınan toplam askı yük, sediman, midye ve makroalg örnekleri analiz edilmiş ve analiz sonuçlarının ortalamaları Tablo 3-14'de ve Şekil 2-13'te gösterilmiştir. Tablo ve Şekillerden de görüldüğü gibi metal konsantrasyonları analiz edilen örneklerin türlerine ve örnekleme bölgelerine göre değişmektedir.

5.1. METAL KONSANTRASYONLARININ İSTASYONLARA GÖRE DEĞİŞİMİ

Toplam 9 kaynak ve 4 referans istasyonunun her biri için dört ayrı örnekleme zamanında elde edilen değerlerin ortalamaları hesaplanarak yıl boyunca örnekleme istasyonlarındaki konsantrasyon değişimi Şekil 2-13'te gösterilmiştir.

5.1.1. CIVA

5.1.1.1. TOPLAM ASKI YÜK

Kaynak istasyonlarından Nisan, Temmuz, Ekim ve Aralık aylarında alınan toplam askı yük örneklerinde ortalama cıva konsantrasyonları, istasyonlara ve istasyonlardaki örnekleme noktalarına (Dere, atıksu, kıyı, açık deniz vb) göre 0.19 ile 22.27 μg g^{-1} arasında değişmektedir (Şekil 2).

Nenirlerden alınan örnekler arasında en yüksek değer (11.21 μg g^{-1}) Sakarya nehrinden (İst.8) alınan örneklerden elde edilmiştir. Aynı istyasyonda açık denizden (C noktasından) alınan örneklerde de

ortalama 5.9 gibi yüksek değerler ölçülmüştür. Benzer yüksek değerler, Kırklareli-Kıyıköy, Pabuç deresinden (İst.9) alınan örneklerde de gözlenmiştir (Şekil 2). İstasyon 2 ve 8'de gözlenen bu yüksek ortalama değerler Ocak ayında alınan örneklerde ölçülen yüksek konsantrasyonlardan kaynaklanmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda da (Ünsal ve ark., 1993) İst. 2'nin bulunduğu İnebolu'dan alınan plankton örneklerinde yüksek cıva değerleri ölçülmüştür. Mevcut çalışmada toplam askı yükün önemli bölümünü plankton oluşturduğuna göre bu yüksek değer büyük ölçüde planktondan kaynaklanmaktadır. Ayrıca Kastamonu-Abana'da bulunan cıva yataklarından (M.T.A., 1977) yağmur ve sel sularıyla denize ulaşan ve toplam askı yükün diğer bölümünü oluşturan suda asılı parçacıklar da yüksek cıva değerine katkıda bulunmaktadır. Çünkü meteoroloji kayıtlarına göre Ocak ayında İnebolu'da ortalama yağış miktarı tüm batı Karadeniz ortalamasının üzerindedir (Şekil 26). Saydam ve ark., (1989) göre maksimum cıva değerleri ile maksimum yağış arasında bir ilişki vardır. Bu da cıvanın karasal kaynaklı olduğunu göstermektedir. Yine aynı araştırmacılara göre denizde partikül halinde bulunan cıva, askı yükün üzerine yapışmıştır.

Toplam askı yükte cıva değerinin yüksek olarak elde edildiği diğer istasyon (İst.8), Sakarya nehri (8A, 11.21 $\mu g\ g^{-1}$) ve onun denizdeki etki alanı içindeki (8C, 5.9 $\mu g\ g^{-1}$) istasyondur. İç Anadolu, Ege, Batı Karadeniz ve Marmara bölgelerinden geniş bir alanı (58.160 km^2) tarayarak gelen 824 km. uzunluğundaki Sakarya nehrinin debisi Ocak ayında en yüksek düzeye ulaşmaktadır. Artan bu debi ile metal yönünden, bu arada cıva bakımından zengin askı yükün de taşınması doğaldır. Nehirden alınan (İst. 8A) toplam askı yükte ölçülen yüksek cıva konsantrasyonları da bu varsayımı doğrulamaktadır (Şekil 2).

Kırklareli-Kıyıköy, Pabuç deresinden ve onun denize ulaştığı yerden (İst. 9) alınan toplam askı yük örneklerinde ölçülen yüksek cıva değerlerinde Tuna nerinin de büyük etkisi vardır. Daha önce yapılan çalışmalarda (Ünsal ve ark., 1993) planktonda en yüksek cıva konsantrasyonu İğneada örneklerinde ölçülmüştür. Kozlova'ya (yayınlanmamış sonuçlar) göre yılda 20-70 ton cıva (ki bu partiküller üzerinde taşınan cıvanın %70-95'ini oluşturmaktadır) Tuna nehri vasıtasıyla Karadeniz'e girmektedir. Polikarpov ve ark. (1994) göre her yıl Tuna nehri ile Karadeniz'e ulaşan cıva miktarı 49-60 tondur. Egorov ve ark. (1994) göre de Karadeniz'e giren cıvanın %50'sinden fazlası toplam askı yük ile birleşmiş haldedir ve Tuna nehri sularındaki toplam askı yük ile giren yıllık cıva miktarı 48.7 tondur. Yine bu araştırmacılara göre Tuna nehrinden partikül ve eriyik halde Karadeniz'e giren toplam yıllık cıva miktarı 58.9 tondur. Tüm bu sonuçlar Tuna nehrinin Karadeniz'de cıva kirliliğine ne kadar büyük katkısı olduğunu göstermektedir.

Referans istasyonlarından aynı zamanda alınan toplam askı yük örneklerinde ölçülen cıva miktarı oldukça düşük düzeyde bulunmuştur.

5.1.1.2. SEDİMAN

Sedimanda en yüksek cıva değerleri İst. 5, 7 ve 9'dan alınan örneklerde ölçülmüştür (Şekil 3). Bu istasyonlardan 5 no'lu istasyon Zonguldak limanıdır. Yoğun deniz trafiğinin olduğu bu limanın kirli olması doğaldır. Melen çayının denize ulaştığı (İst. 7B) ve Pabuç deresinin denize ulaştığı (İst. 9B) noktalardan alınan örneklerde de oldukça yüksek değerler elde edilmiştir. Tuncel ve ark. (1993) tarafından yapılan bir çalışmada Melen çayının çok kirli olduğu

belirlenmiş ve bu nedenle de Karadeniz sahil kuşağında sıcak noktalardan birisi olarak seçilmiştir. Bu istasyonda yüksek değerler Nisan ve Eylül aylarında ölçülmüştür. Yağışların diğer aylara göre nispeten az ve dolayısıyla debinin düşük olduğu bu aylarda su kolonunda özellikle partikül halinde bulunan cıva dibe çökmüş ve sedimandaki cıva konsantrasyonu artmıştır.

Cıva için diğer bir yüksek değer de Pabuç deresi (>2 $\mu g\ g^{-1}$) ve onun denize ulaştığı noktada (4.45 $\mu g\ g^{-1}$) ölçülmüştür (İst. 9A,B). Şekil 3'te de görüldüğü gibi bu kirliliğin önemli bir kısmı karadan gelmektedir. Ancak yukarıda toplam askı yük bölümünde de belirtildiği gibi kuzeyden gelen kirlilik de oldukça önemli boyutlardadır. Tuna nehrinin ağız kısmındaki sedimanlarda 100 $ng\ g^{-1}$' ın (kuru ağırlık-K.A.) üzerinde cıva ölçülmüştür (Polikarpove ve ark., 1994). Yine Egerov ve ark. (1994) Karadeniz sedimanlarında en yüksek cıva değerini Tuna nehrinin ağız kısmında (290 ng g^{-1}, K.A.) ve Burgaz Koyu'nda (120 $ng\ g^{-1}$, K.A.) ölçmüşlerdir.

Kastamonu-İnebolu, Zarbana deresinden ve onun denize ulaştığı noktadan (İst.2A,B,C) alınan örneklerde de yüksek cıva konsantrasyonları (>1.5 $\mu g\ g^{-1}$) elde edilmiştir (Şekil 3). Aynı istasyondan alınan toplam askı yük örneklerinde de yüksek cıva konsantrasyonları ölçülmüş, bu yüksek değer bölgede bulunan cıva yatakları ile açıklanmıştı. Aynı etki İst.1'de de gözlenmektedir.

Bazı istasyonlarda elde edilen bu yüksek değerler, başka ülkelerde kirli bölgelerden elde edilmiş değerlerle benzerlik göstermektedir. Bir diğer benzerlik de, sedimana göre toplam askı yükte ölçülen yüksek cıva değerlerinde gözlenmektedir (Figueres, 1986).

Referans istasyonlardan sadece bir tanesinden (R_1) örnek alınmış ve cıva değeri yüksek sayılabilecek düzeyde bulunmuştur.

Kastamonu yöresinde bulunan bu istasyon, çevredeki cıva yataklarından etkilenmiş olabilir.

5.1.1.3. MİDYE

Örnek olarak seçilen midye türü (*Mytilus galloprovincialis*) tatlı suda yaşamadığı için örnekler her istasyonda B ve C noktalarından (Tablo 1) alınmıştır. Özellikle İst. 5 ve 7'den alınan örneklerde Nisan ayında yüksek değerler (sırasıyla 75.45 ve 10.14 $\mu g\ g^{-1}$) ölçülmüştür. Daha önce de belirtildiği gibi İst.5, Zonguldak limanıdır ve her zaman kirli bir bölgedir. İst. 7'nin bulunduğu Malen çayının Tuncel ve ark. (1993) tarafından kirlilik açısından Karadeniz'deki sıcak noktalardan birisi olarak belirlendiği daha önce sediman bölümünde belirtilmiştir. Yüksek cıva değeri bakımından bu iki istasyonu, İst. 6 ve 4 izlemektedir. İst. 6 Ereğli yerleşim alanında bulunmaktadır ve şehir atıklarından etkilenmesi doğaldır. Ayrıca bu bölgeye Gülüç deresi vasıtasıyla Erdemir atıkları, Kabasakal deresi vasıtasıyla da kanalizasyon gidisi söz konusudur. Yine bu isatsyon, her mevsimde oldukça yüksek düzeyde askıda katı madde taşıyan Neyren deresinin (Tuncel ve ark., 1993) de etkisinde bulunmaktadır. İst. 4 ise Filyos (Yenice) çayının denize ulaştığı noktada bulunmaktadır. Filyos çayı batı Karadeniz'de Sakarya nehrinden sonra en büyük akarsudur. Bolu, Karabük gibi büyük şehirlerin kanalizasyonu da dahil olmak üzere iç kısımlardan önemli miktarda kirletici taşımaktadır. Bu dört istasyonun dışında diğer istasyonlarda ölçülen cıva konsantrasyonları Karadeniz'de (Ünsal ve ark., 1993; Egorov ve ark., 1994) ve diğer denizlerde (Majori ve ark., 1991a,b) daha önce aynı tür (*Mytilus galloprovincialis*) için elde edilen değerlerle eşit düzeydedir ya da bu değerlerin maksimum-minimum sınırları içerisinde kalmaktadır.

Referans istasyonlardan elde edilen değerler kaynak istasyonlara göre oldukça düşük düzeyde kalmıştır (Şekil 4).

5.1.1.4. MAKROALG

Makroalg örnekleri iki istasyon (İst. 8 ve 9) dışında diğer istasyonlarda kıyıdan ve açıktan (denizden) alınmıştır. Ölçülen cıva değerleri dört istasyonda (İst. 1, 2, 3 ve 5) 100 ng g^{-1}'ın altında, diğer beş istasyonda ise bu değerin üzerinde bulunmuştur. Makroalglerde çoğu kez yaprak ve dallar üzerine çökmüş, henüz hücre içine alınmamış partikül halindeki metaller de ölçülmekte, bu da bazen yanlış sonuçlara ve yorumlara neden olabilmektedir. Yüksek ortalama değerler Nisan ayında ölçülen yüksek değerlerin sonucudur. Şekil 26 ve 27 incelendiğinde Nisan ayından itibaren yağışların azaldığı görülmektedir. Suda asılı parçacıklar üzerine tutunmuş ya da suda partikül halinde bulunan cıva, denizin sakin olduğu bu dönemde algler üzerine çökmüş ve tutunmuş olabilir. İst. 8 ve 9'da nehirden alınan alg örneklerinde oldukça yüksek cıva konsantrasyonları ölçülmüştür. Bu da makroalglerdeki cıvanın karasal kaynaklı olduğunu göstermektedir. Diğer yandan batıdaki istasyonlarda (İst. 7, 8, 9) ölçülen cıva konsantrasyonları doğudaki istasyonlara göre daha yüksek bulunmuştur. Bu da batıdan özellikle Tuna nehrinden ve İstanbul Boğazı'ndan da cıva kirliliğinin geldiğini göstermektedir. Saydam ve ark. (1989) İstanbul Boğazının Karadeniz çıkışında bir istasyonda aldıklar askı yük örneklerinde oldukça yüksek cıva değerleri ölçmüşlerdir.

Makroalglerde cıva konsantrasyonları konusunda yapılmış çalışmaların sayısı diğer metallere göre daha azdır (Renzoni ve ark., 1973; Campesan ve ark., 1980; UNEP/FAO, 1986; UNEP, 1987;

Ünsal ve ark., 1993). Bu çalışmalarda elde edilen değerler 0.01 ile 0.72 μg g^{-1} arasında değişmektedir.

Sürpriz bir şekilde bazı referans istasyonlarından alınan makroalg örneklerinde cıva konsantrasyonları kaynak istasyonlardan daha yüksek bulunmuştur (Şekil 5). Bu, kirleticilerin kaynak istasyonlarından kıyı akıntılarıyla referans istasyonlarına taşınmasından kaynaklanmış olabilir. Bu sonuçlar, referans istasyonlarında da belirli bir kirliliğin olduğunu, daha sonra açığa doğru bu kirliliğin seyreldiğini ve azaldığını düşündürmektedir.

5.1.2. BAKIR

5.1.2.1. TOPLAM ASKI YÜK

Toplam askı yükteki bakır konsantrasyonları genelde oldukça yüksek, İst.2'de ise diğer örnekleme istasyonlarına göre en yüksek düzeyde (281.0-799.75 μg g^{-1}) bulunmuştur (Şekil 6). Bu istasyonda her örnekleme zamanında yüksek konsantrasyonlar ölçülmüştür (Tablo 7a,b). Toplam askı yükteki bu kirlilik başka bölgelerden taşınabileceği gibi, Kastamonu çevresindeki zengin bakır yataklarından (M.T.A., 1977) da gelmiş olabilir. Zarbana deresinden alınan askı yükte ölçülen yüksek bakır konsantrasyonları bakırın aynı zamanda karasal kaynaklı olduğunu göstermektedir. Diğer istasyonlarda ölçülen bakır konsantrasyonları 20 ile 40 μg g^{-1} arasında değişmektedir. İst. 3 ve 9'da da karasal girdinin önemli olduğu görülmektedir.

Toplam askı yükün içerdiği bakırın önemli bir kısmı partikül halindeki bakırdır. Yapılan bir çalışmada Karadeniz'de bakırın %80'inin partikül halinde bulunduğu gözlenmiştir (Haraldsson & Westerlund, 1988). Diğer kısmı ise askı yükün içerisinde bulunan

plankton (fito ve zooplankton) dan kaynaklanmaktadır. Çünkü bakır, özellikle fitoplankton hücreleri üzerine tutunarak (adsorption) bu canlıların bakır konsantrasyonlarını arttırmaktadır (Romeo & Gnassia-Barelli, 1985). Fabiano ve ark. (1985) da klorofil-*a* ile partikül halindeki bakır konsantrasyonları arasında önemli bir ilişki olduğunu saptamışlardır.

Referans istasyonlarında da bakır konsantrasyonları 10 ile 20 $\mu g\ g^{-1}$ arasında değişmektedir. İst.R1'de ölçülen yüksek değer (219.0 $\mu g\ g^{-1}$) ve diğer referans istaynonlarında ölçülen yüksek sayılabilecek değerler muhtemelen batıdan kaynak istasyonlarından rüzgar ve yüzey akıntılarıyla gelen askı yükten kaynaklanmaktadır.

5.1.2.2. SEDİMAN

Toplam askı yükte olduğu gibi sedimanda da bakır konsantrasyonları oldukça yüksek bulunmuştur (Şekil 7). Bu da toplam askı yükü oluşturan ve bakır içeren parçacıkların zamanla çökerek sedimana ulaştığını göstermektedir. Spencer & Brewer'a (1971) göre su kolonundaki bakır, sülfür ile birleşerek suda erimeyen CuS oluşturmakta ve dibe çökmektedir. Mironov (1994)'a göre yüzey sularına ulaşan askıda katı maddenin büyük bir kısmı ilk 5 saatte dibe çökmekte, 20 saatin sonunda başlangıçtaki miktarın yaklaşık %1'i suda kalmaktadır. Çökmeyi sağlayan değişik faktörler vardır. Örneğin antisiklonik girdaplar (çevrimler) suda asılı halde bulunan kirleticilerin dibe çökmesine sebep olmaktadır (Komarov & Shimkus, 1994). Zooplanktonların atıkları (Feacal pellets) ve değişen kabukları ile de önemli miktarda bakır dibe çökmektedir (Fowler, 1977).

Toplam askı yükte olduğu gibi en yüksek akır değerleri yine İst. 2'de ölçülmüştür. Bu istasyondaki yüksek bakır değeri büyük ölçüde karasal kaynaklıdır. Çünkü nehirden alınan sediman örneklerinde

bakır konsantrasyonları oldukça yüksek (582.45 μg g^{-1}) bulunmuştur (Şekil 7). Bu değer, Ergin ve ark. (1991) tarafından Haliç'te ölçülen değerlerle aynı düzeydedir. Dere ya da atık suların denize ulaştığı yerlerde bulunan diğer istasyonlardan (İst. 3, 4, 7, 8 ve 9) alınan sediman örneklerinde de yüksek değerler bulunmuştur. Tuncel ve ark. (1993) bu bölgeden dere ve çaylardan aldıkları su örneklerinde yaptıkları bakır analizlerinde oldukça yüksek değerler (12-45 ng ml^{-1}) elde etmişlerdir. Yine aynı araştırmacılara göre Sakarya nehri-Bartın arasında bulunan nehir, dere ve çaylardan gelen bakır miktarı toplam 231563.0 kg/yıl'dır. Bu da bakır kirliliğinde karasal kaynakların önemini bir kez daha göstermektedir. Sediman için elde edilen bu değerler, daha önce Batı Karadeniz'de Pecheanu, (1982), Yücesoy & Ergin, (1992) ve Ünsal ve ark. (1993), Marmara Denizi ve İzmit Körfezi'nde pek çok istasyonda, Ergin ve ark., (1991) tarafından ölçülen değerlerle yaklaşık aynı düzeydedir.

Referans istasyonlarının sadece bir tanesinden örnek alınmış ve oldukça düşük değerler elde edilmiştir.

5.1.2.3. MİDYE

Seçilen midye türü, *M.galloprovincialis*, denizde yaşayabilen bir tür olduğundan örnekler sadece kıyıdan ve açıktan alınabilmiştir. Ölçüm sonuçlarına bakıldığında İst. 2'de oldukça yüksek değerler (9.34 μg g^{-1}) elde edilmiştir (Şekil 8). Bu yüksek değerler toplam askı yük ve sediman değerleriyle çok iyi bir benzerlik göstermektedir (Şekil 6 ve 7). Elde edilen bu değerler, Kuzey Adriyatik Denizi' nin kirli bölgelerinden elde edilen değerlere (790-1550 μg kg^{-1}) göre oldukça yüksektir UNEP/FAO, (1986). Diğer istasyonlarda ölçülen bakır konsantrasyonları İst. 3 ve 7 hariç 1.0 μg g^{-1}'ın altında bulunmuştur. Bu değerler batı Karadeniz'de (Serbanescu ve ark.,1980

Ünsal ve ark., 1993) ve doğu Karadeniz'de (Ünsal ve Beşiktepe, 1994; Ünsal ve ark., 1995) elde edilen değerlerle aynı düzeydedir. Daha önce yapılan araştırmalarda, (Tuncel ve ark., 1993) İst. 3 ve 7'nin bulunduğu Bartın Çayı ve Melen Çayının önemli bakır kirliliği taşıdığı taşıdığı belirtilmiştir.

Referans istasyonlarından alınan örneklerde ölçülen bakır konsantrasyonları genellikle 1 $\mu g\ g^{-1}$ civarında olup pek çok kaynak istasyonu ile yaklaşık aynı düzeydedir (Şekil 8).

5.1.2.4. MAKROALG

Midyelerde olduğu gibi makroalglerde de en yüksek bakır konsantrasyonları (6.19-6.24 $\mu g\ g^{-1}$) İst. 2'de ölçülmüştür (Şekil 9). Bu değerler, Bryan & Hummerston, (1973) tarafından İngiltere'nin bazı kirli mansaplarından (Estuaries) elde edilen değerlere göre daha düşüktür. Ancak bu araştırmacılara göre alglerde bakır konsantrasyonlarını etkileyen pek çok faktör vardır; tuzluluk, ortamdadaki bakır konsantrasyonu, kirlenme noktasından olan mesafe, analiz için alg'in hangi kısmının kullanıldığı analizden önce alg'in iyi temizlenip temizlenmediği vb. ancak İst. 2'den alınan diğer örneklerde de (toplam askı yük, sediman ve midye) bakır konsantrasyonlarının yüksek olması bu bölgede bakır kirliliğinin varlığını kesin olarak belirtmektedir.

Diğer istasyonlarda konsantrasyonlar 1.0 ile 2.0 $\mu g\ g^{-1}$ arasında değişmektedir. İki istasyon dışında diğer istasyonlarda kıyıdan alınan örneklerde açıktan alınanlara göre bakır konsantrasyonları daha yüksek bulunmuştur (Şekil 9). Bu da bakır kirliliğnin karasal kaynaklı olduğunu göstermektedir.

Referans istasyonalarında (R1 hariç) bakır konsantrasyonları oldukça düşük düzeyde bulunmuştur.

5.1.3. KURŞUN

5.1.3.1. TOPLAM ASKI YÜK

Karadeniz'de toplam askı yükteki kurşun miktarı çok az araştırmacı tarafından incelenmiştir (Haraldson & Westerlund, 1991; Lewis & Landing, 1992).

Cıva ve bakırda olduğu gibi en yüksek kurşun değerleri yine İst. 2'de ölçülmüştür. Ayrıca Zonguldak limanının önünden alınan askı yük örnekleri de oldukça yüksek kurşun konsantrasyonu içermektedir (Şekil 10). Daha önce yapılan araştırmalarda da (Ünsal ve ark., 1993) planktonda en yüksek ortalama kurşun konsantrasyonu (11.6 $\mu g\ g^{-1}$) İneboludan alınan örneklerde ölçülmüştür. Daha önce de belirtildiği gibi toplam askı yükün önemli bir kısmını partiküllerle bir arada bulunan planktonlar oluşturmaktadır. Yapılan araştırmalarda kurşunun aktif yüzeyli organik maddelerle (Wallace, 1982) ya da biyojenik (Canlı) patiküllerle (Noriki, 1985) birleştiği gözlenmiştir. Ayrıca dere, nehir, atık sulardan ve kıyıdan alınan örneklerde ölçülen yüksek kurşun konsantrasyonları karasal kaynakların önemini belirtmektedir. Tuncel ve ark. (1993) batı Karadeniz bölgesinde çeşitli çay ve derelerden alınan su örneklerinde oldukça yüksek düzeyde (37.3 ng ml^{-1}) kurşun ölçmüşlerdir.

Bilindiği gibi su ortamındaki kuşunun en önemli kaynaklarından birisini de çeşitli yollardan atmosfere karışan kurşun partikülleri oluşturmaktadır (Kendler, 1993). Batı Karadeniz'e atmosfer yoluyla gelen kurşun miktarı 1150 ng/cm^2/yıl'dır, toplam girdi ise 2400 ton/yıl'dır (Hacısalihoğlu, ve ark., 1992). Atmosferdeki bu partiküller zamanla suya geçerek suda bulunan partikül halindeki kurşuna katkıda bulunmaktadır. Çünkü Karadeniz suyundaki kurşunun

önemli bir bölümü (%42'si) suda asılı parçacıklara tutunmuş olarak bulunmaktadır (Haraldson & Westerlund, 1988).

Referans istasyonlarının bazılarında (R1 ve R3) kurşun konsantrasyonları oldukça yüksek bulunmuştur. Bakır ve cıvada olduğu gibi bu yüksek konsantrasyonların yüzey akıntıları ve rüzgarla kaynak istasyonlarından gelen toplam askı yükten kaynaklandığı düşünülmektedir.

5.1.3.2. SEDİMAN

Diğer metallerde ve örneklerde olduğu gibi yine en yüksek kurşun konsantrasyonu yine İst. 2'de ölçülmüştür. Her ne kadar İst. 8C'de 42.0 $\mu g\ g^{-1}$ gibi çok yüksek bir değer ölçülmüş ise de (Şekil 11) bu değer sadece Eylül ayında alınan örneklerden elde edilmiştir. Diğer örnekleme zamanlarında bu noktada ölçüm yapılamamıştır (Tablo 12a,b). Dolayısıyla en yüksek kurşun konsantrasyonları yine İst. 2'den elde edilmiştir. Bu istasyonun bulunduğu Zarbana deresinden alınan sediman örneklerinde de kurşun konsantrasyonu diğer nehir ve derelere göre en yüksek düzeydedir. Bu da kurşun kirliliğinde karasal kaynağın önemini bir kez daha belirtmektedir.

İstasyon 1, 3 ve 4'den elde edilen düşük değerlere karşın, diğer istasyonlardaki değerler de oldukça yüksek bulunmuştur (Şekil 11). Bu istasyonlardan 5 ve 6 Zonguldak ve Ereğli yerleşim yerinde bulunmaktadır (Tablo 1). Dolayısıyla şehir atıklarından ve atmosferden kaynaklanan bir kirlenme söz konusudur. Kendler'e (1993) göre su ortamındaki kuşunun başlıca kaynağı evsel atıklar ve atmosferden gelen maddelerdir. İst. 7 ve 8'de nehir ve dere yoluyla gelen bir kirlenme vardır. Sadece Sakarya nehri ve Melen çayı ile Karadeniz'e giren kurşu miktarı toplam 5700 kg/yıl'dır (Tuncel ve ark., 1993) Ayrıca batıdan akıntılarla taşınan toplam askı yükün

çökmesiyle de sedimandaki kurşun miktarı bir miktar artmış olabilir. Mironov (1994)'a göre yüzey sularıyla denize ulaşan askıda katı maddenin büyük bir kısmı ilk 5 saatte dibe çökmekte, 20 saatin sonunda başlangıçtaki miktarın yaklaşık %1'i suda asılı kalmakta geriye kalan kısmı çökmektedir. Yine Roth ve Hornung (1977) ve Oregon ve Fukai (1981) de deniz suyundaki kurşunun büyük bir kısmının partikül halindeki maddelerle birleşerek hızlı bir şekilde deniz dibindeki sedimanlara taşındığını belirtmişlerdir. Trakya tarafında bulunan tek istasyonda (İst. 9) ölçülen yüksek kurşun konsantrasyonlarının önemli kısmı Pabuç deresinden, bir kısmı da kuzeyden Tuna nehri ve diğer nehirlerden gelmektedir.

Sadece bir referans istasyonunda (R1) ölçülen kurşun konsantrasyonları oldukça düşük düzeyde bulumuştur (Şekil 11).

5.1.3.3. MİDYE

İstasyon 8 dışında tüm istasyonlardan alınan midyelerde ölçülen kurşun konsantrasyonları oldukça yüksek düzeyde bulunmuştur (Şekil 12). Bu yüksek değerler özellikle Ocak ve Nisan aylarında ölçülen yüksek değerlerden kaynaklanmaktadır (Tablo 13a,b). Bu değerler anormal derecede yüksektir. Daha önce yapılan çalışmalarda da (Ünsal ve Beşiktepe, 1994; Ünsal ve ark., 1995) Sinop yöresinden alınan midye örneklerinde kurşun konsantrasyonu diğer istasyonlara göre daha yüksek bulunmuştur. Mevcut çalışmada da Sinop'un batısında bulunan İst. 1'de yüksek kurşun konsantrasyonları ölçülmüştür. Bakır sonuçlarının aksine İst. 2'den alınan midyelerde kurşun konsantrasyonu diğer istasyonlara göre daha düşük bulunmuştur. En yüksek kurşun konsantrasyonları İst. 3 ve 5'ten alınan midyelerde ölçülmüştür. Bartın çayının denize ulaştığı noktadan ve açığından alınan örneklerdeki yüksek kurşun konsan-

trasyonu, hem bu çaydan, hem de atmosferden gelen kurşun kirliliğinden kaynaklanmış olabilir. Tuncel ve ark. (1993) göre Bartın çayı, Bartın şehrinin evsel atıklarını, bir çimento fabrikasının atıklarını ve bölgedeki 20 dolayında olan tuğla fabrikalarının atıklarını taşımaktadır. Yine aynı araştırmacılara göre Bartın çayının suyunda ortalama kurşun miktarı 14.3 ng ml^{-1}, bu çay vasıtasıyla giren kurşun miktarı ise 2200 kg/yıl'dır. İst. 5 Zonguldak limanıdır, dolayısıyla bu şehrin, kanalizasyonundan, atmosferinden ve limandaki gemi trafiğinden kaynaklanan bir kirlilik söz konusudur. Ayrıca yine bu şehrin yakınında bulunan Neyren, Kozlu gibi derelerden önemli miktarde kurşun kirliliği gelmektedir (Tuncel ve ark., 1993). İst. 6, Ereğli yerleşim alanında bulunmakta, hem atmosferden (Demir-Çelik Fabrikası), hem de Gülüç ve Neyren derelerinden ve şehrin kanalizasyonundan kirlilik almaktadır. İst. 7 ise Melen çayının denize ulaştığı noktada ve açığındadır. Yapılan ölçümlerde (Tuncel ve ark., 1993) Melen çayında kurşun kirliliğinin önemli düzeyde olduğu belirtilmektedir. Trakya kısmında bulunan İst. 9'dan alınan midyelerde kurşun konsantrasyonları diğer istasyonlara göre (İst. 2 hariç) daha düşük düzeyde bulunmuştur (Şekil 12).

İstasyon 2 ve 9 hariç, diğer istasyonlardan elde edilen ortalama kurşun konsantrasyonları, Trieste Körfezi (İtalya) ve çevresindeki Lagünlerde aynı tür (*M. galloprovincialis*) için elde edilen değerlerden (Majori ve ark., 1991b) daha yüksek bulunmuştur. Yukarıda da belirtildiği gibi bu yüksek ortalama değerler Ocak ve Nisan aylarında ölçülen yüksek değerlerden kaynaklanmaktadır. Eylül ve Aralık değerleri yukarıda adı geçen bölgelerden elde edilen değerlerle aynı düzeydedir.

Referans istasyonlarından sadece ikisinde (R1 ve R2) ölçülen kurşun konsantrasyonu sürpriz sayılabilecek kadar yüksek düzeydedir.

5.1.3.4. MAKROALG

Makroalglerde ölçülen minimum kurşun konsantrasyonları 100 ng g^{-1}'ın üzerinde bulunmuştur. Midyelerde olduğu gibi bazı değerler bakır değerlerine göre daha yüksektir (Şekil 9 ve 13). Konsantrasyonlar, batıdaki üç istasyonda (İst. 7, 8 ve 9) doğudaki istasyonlara göre daha düşük düzeydedir (Şekil 13) . Kıyıdan alınan örneklerde en yüksek değer Bartın çayının ağzındaki istasyondan (İst. 3) elde edilmiş, bunu İst.1, 2 ve 6 izlemiştir. Nehir ve derelerden alınan alg örneklerinde de oldukça yüksek kurşun konsantrasyonları ölçülmüştür. Bu da kurşunun nehirler yoluyla Karadeniz'e ulaştığını göstermektedir.

Daha önce de belirtildiği gibi kurşun kirliliğinin önemli bir bölümü atmosferden gelmektedir. Diğer yandan İstanbul Boğazı ile Bartın arası yerleşimin ve sanayileşmenin en yoğun olduğu yerdir; kömür madenleri, Ereğli Demir-Çelik, Çatalağzı Termik Santrali vb. Bu kuruluşlardan ve yerleşim alanlarından atmosfere, oradan da denize karışan parçacıklarda bulunan kurşun, zamanla dibe çökerek dipte yaşayan canlılarda konsantrasyonların artmasına sebep olmaktadır.

5.2. METAL KONSANTRASYONLARININ MEVSİMLERE GÖRE DEĞİŞİMİ

Kaynak (9) ve referans (4) istasyonundan dört örnekleme döneminde (Ocak, Nisan, Eylül ve Aralık) alınan örneklerde ölçülen metal konsantrasyonlarının genel ortalaması hesaplanarak, proje süresince Batı Karadeniz'de cıva, bakır ve kurşunun yıl içindeki (Mevsimsel) değişimi incelenmiştir (Şekil 14 - 25).

5.2.1. CIVA

5.2.1.1.TOPLAM ASKI YÜK

Toplam askı yükte ortalama cıva konsantrasyonları, Ocak ayı dışında diğer aylarda 1.5-2 $\mu g\ g^{-1}$ arasında değişmektedir. Referans istasyonlarında ise en yüksek değer 1.59 $\mu g\ g^{-1}$ olarak Nisan ayında ölçülmüştür. Ocak ayında ortalama cıva konsantrasyonu kaynak istasyonlarda 5.45 $\mu g\ g^{-1}$, buna karşın referans istasyonlarında 0.85 $\mu g\ g^{-1}$ olarak ölçülmüştür (Şekil 14). Kaynak istasyonlarında elde edilen bu yüksek değerler, özellikle Sakarya nehri ile onun etki alanı içinden (İst.8A,C) ve Zarbana deresinin denize ulaştığı noktadan (İst. 2B) alınan askı yük örneklerinde ölçülen yüksek konsantrasyonlardan kaynaklanmaktadır (Tablo 3a). Şekil 28'de görüldüğü gibi Sakarya nehrinin debisi Ocak ayında en yüksek düzeye ulaşmaktadır. Saydam ve ark. (1989) Batı Karadeniz'den aldıkları deniz suyu örneklerinde yaptıkları ölçümlerde Ocak ayında en yüksek değeri bulmuşlardır. Aynı araştırmacılara göre Kış ve İlkbahar aylarında kıyı istasyonlarında cıva değerleri açık istasyonlardan daha yüksektir. Şekil 14'te de görüldüğü gibi Ocak ayındaki yüksek değeri Nisan ayı izlemektedir. Ayrıca Şekil 26'da da görüldüğü gibi Batı Karadeniz Bölgesi'nde yağışlar Aralık ve Ocak

aylarında en yüksek düzeydedir. Yine Saydam ve ark. (1989) göre maksimum cıva değerleri ile maksimum yağış arasında bir ilişki vardır. Bu da cıvanın karasal kaynaklı olduğunu göstermektedir. Akdeniz'e cıvanın %82 ile 94'ü nehirler yolu ile taşınmaktadır (UNEP, 1984; Zafiropulos. 1986). Cıvanın taşınmasında toplam askı yükün önemi başka araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (El-Rayis ve ark., 1986; Figueres ve ark., 1986).

Referans istasyonlarında ölçülen cıva miktarı kaynak istasyonlara göre oldukça düşük düzeyde bulunmuştur. En yüksek değer 1.59 $\mu g\ g^{-1}$ ile Nisan ayında ölçülmüştür (Şekil 14)

5.2.1.2. SEDİMAN

Sedimandaki cıvanın mevsimsel değişimi toplam askı yükten farklı olmuştur. En yüksek konsantrasyon 3.36 $\mu g\ g^{-1}$ ile Nisan ayında ölçülmüş, buna karşın Ocak ayında çok düşük düzeyde bulunmuştur (Şekil 15). Bu yüksek değer İst. 2, 5, 7, 8 ve 9'da ölçülen yüksek değerlerden kaynaklanmaktadır. Nisan ayı Karadeniz'in en sakin olduğu aydır. Rüzgarların çok yavaş esmesi, yağışların Sonbahar ve Kış aylarına göre azalmasıyla sakin bir görünüm kazanan deniz suyunda, asılı bulunan cıva yüklü parçacıklar ve partikül halindeki cıva dibe çökerek sedimana ulaşır. Karadeniz'de askı yükün iz element kompozisyonunu inceleyen Spencer ve ark. (1972), en yüksek değerleri Karadeniz'in batı kıyısında ölçmüşlerdir. Yine aynı araştırmacılara göre burada bulunan cıva, partikül halindeki maddelerle birarada bulunmaktadır.

Sedimandaki cıvanın mevsimsel değişimi konusunda yapılmış çok az çalışma vardır (Figueres ve ark., 1986; Ünsal ve ark. 1993). Figueres ve ark., (1986) yaptıkları çalışmada gözledikleri aylık değişimleri yöredeki

endüstriel kuruluşların çalışma zamanı, nehirlerin akış hızı, çöken sedimanların tane boyu gibi faktörlere bağlamışlardır.

Referans istasyonlarında Ocak ve Eylül ayı ortalamaları oldukça yüksek bulunmuştur. Ancak bu değerler sadece bir istasyondan (R1) alınabilen örneklerin ortalamasıdır. Diğer istasyonlarda sediman bulunamadığı için örnek alınamamıştır (Tablo 4a,b). Dolayısıyla yüksek ortalamaların gerçeği tam olarak yansıttığı söylenemez.

5.2.1.3. MİDYE

Midye örnekleri iki kaynak (İst. 1 ve 8) ve iki referans (R1 ve R3) istasyonundan alınamamıştır. Çünkü bazı istasyonların dip yapısı midyelerin tutunup yaşayabilmesi için uygun değildir. Elde edilen ortalamalara göre en yüksek cıva konsantrasyonu 14733 ng g^{-1} (14.73 µg g^{-1}) ile Nisan ayında ölçülmüştür. Bunu 265 ng g^{-1} ile Aralık ayı izlemiştir (Şekil 16). Buna göre Nisan ayında rüzgarların ve yağışın azalmasıyla sakinleşen su kolonunda dibe çökmekte olan cıva midyeler tarafından alınmış olabilir. Aralık ayında yağışların ve dolayısıyla nehirlerin debisinin artmasıyla dipteki sedimanın su tabakasına karışmasıyla cıva da su kolonuna geçmekte ve midyeler tarafından filtre edilerek partiküllerle birlikte alınmaktadır. Nisan ayı için elde edilen değer, midyeler için oldukça yüksek bir değerdir. Ancak bu yüksek değer özellikle Zonguldak limanından alınan midyelerde ölçülen yüksek konsantrasyonlardan kaynaklanmaktadır. Diğer istasyonların yarısına yakınında konsantrasyonlar aletin hassasiyet düzeyinin altında kalmıştır (Tablo 5a,b). Bu da Zonguldak limanını özellikle Nisan ayında cıva yönünden kirlendiğini göstermektedir. Yukarıda da belirtildiği gibi sedimanda da en yüksek cıva değeri Nisan ayında ölçülmüştür (Şekil 15). Bu da sedimandaki cıva ile midyelerdeki cıva konsantrasyonları arasında bir

ilişki olduğunu göstermektedir. Hornung ve ark. (1984) yüzey sedimanındaki cıva ile bentik organizmaların içerdiği cıva arasında bir ilişki bulmuşlardır. Aynı araştırmacılara göre bu durumda bentik organizmalar, sedimandaki cıva miktarını yansıtmaktadır. Ancak, diğer taraftan yapılan bir başka araştırmada da, *M. galloprovincialis*'de cıva konsantrasyonlarının kaynaktan itibaren 92 m. içerisinde önemli miktarda değiştiği gözlenmiştir (UNEP/FAO/ WHO, 1987).

Referans istasyonlarından alınan midyelerden sadece Ocak ve Aralık aylarında cıva değerleri ölçülebilmiş, diğer örnekleme zamanlarında konsantrasyonlar aletin hassasiyet düzeyinin altında kalmıştır (Tablo 5a,b). Ocak ve Aralık değerleri de oldukça düşük düzeyde kalmıştır.

5.2.1.4. MAKROALG

Makroalglerde cıva konsantrasyonları konusunda yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır (Renzoni ve ark., 1973; Campesan ve ark., 1980; Ünsal ve ark., 1993). Bu çalışmalardan sadece bir tanesinde (Ünsal ve ark., 1993) cıvanın makroalglerdeki mevsimsel değişimi incelenmiştir.

Mevcut çalışmada en yüksek cıva değeri 178.6 ng g^{-1} ile Nisan ayında ölçülmüş, bunu 70.7 ng g^{-1} ile Eylül ayı izlemiştir. Nisan ayında referans istasyonlarından elde edilen ortalama değer de en yüksek olmuştur (Şekil 17). Şekil 14'te de görüldüğü gibi toplam askı yükteki cıva Ocak ayında en yüksek düzeydedir. Sediman ve Midyeler bölümünde (5.2.1.2 ve 5.2.1.3) de açıklandığı gibi nehirler ve yağmur sularıyla denize ulaşan partiküller, denizin sakin olduğu Nisan dibe, bu arada makroalgler üzerine de çökmektedir. Analiz esnasında makroalgler üzerine yapışan bu partiküller de analiz edildiğinden yüksek konsantarsyonların elde edilmesine neden olmaktadır. Diğer yandan dip akıntılarıyla kirli bölgelerden temiz

bölgelere taşınan bu partiküller referans bölgesindeki makroalgler üzerine de yapışarak onların cıva konsantrasyonlarını yükseltebilir. Referans istasyonlarında elde dilen yüksek değerleri bu şekilde açıklamak mümkündür.

5.2.2. BAKIR

5.2.2.1. TOPLAM ASKI YÜK

Bakır konsantrasyonlarının mevsimsel dağılımı cıvaya göre farklılık göstermiştir. En yüksek ortalama değer 147.8 $\mu g\ g^{-1}$ ile Ocak, 126.0 $\mu g\ g^{-1}$ ile Aralık aylarında elde edilmiştir (Şekil 18). İst. 2'de tüm örnekleme zamanında cıva konsantrasyonları diğer istasyonlara göre daha yüksek bulunmuştur (Şekil 6 ve Tablo 7a,b). Ancak Aralık ve Ocak aylarında konsantrasyonlar daha da artmış ve sırasıyla 1216.0 ve 2080.0 $\mu g\ g^{-1}$'a kadar yükselmiştir. Bu yüksek değerler ile yağışlar arasında bir ilişki vardır. Şekil 26 ve 27'de görüldüğü gibi genelde Batı Karadeniz'de özellikle İst. 2'nin bulunduğu İnebolu çevresinde Aralık ve Ocak aylarında yağış miktarı en yüksek düzeydedir. Bu sonuç da bakırın karasal kaynaklı olduğunu bir kez daha göstermektedir.

Toplam askı yükün büyük bir kısmını planktonlar (Fito- ve zooplankton) oluşturmaktadır. Diğer yandan fitoplankton üretiminin artması ile denizlerde bulunan partikül halindeki maddelerin bakır konsantrasyonunun arttığı saptanmıştır (Fabiano ve ark., 1985; Fabiano & Povero, 1990). Dolayısıyla toplam askı yükteki bakır konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi büyük ölçüde plankton üretiminin artış zamanına ve planktonun tür kompozisyonuna (UNEP/FAO/WHO, 1987) bağlıdır. Noriki ve ark. (1985) göre de bakır ve kurşunun biyojenik partiküller (Fitoplankton gibi)

tarafından deniz ortamından alınması mevsimlere ve bölgelere göre önemli ölçüde değişmektedir.

Aralık ayında referans istasyonlarında ölçülen bakır konsantrasyonları yine aynı örnekleme zamanında kaynak istasyonlarında ölçülen değerlerle eşit (125.0 $\mu g\ g^{-1}$) düzeydedir. Bu yüksek değer İst. 2'ye yakın olan referans istasyonundan (R1) kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla bu referans istasyonunun 2 no'lu kaynak istasyonundan etkilenmesi olasıdır. Diğer referans istasyonlarında ölçülen cıva konsantrasyonları kaynak istasyonlara göre daha düşük olup 11 ile 25 $\mu g\ g^{-1}$ arasında değişmektedir (Şekil 18).

5.2.2.2. SEDİMAN

Sedimandaki ortalama bakır miktarının mevsimsel olarak artış ve azalması, sedimandaki cıva'ya göre farklılık göstermiştir (Şekil 15 ve 19). En yüksek bakır değeri 329.9 $\mu g\ g^{-1}$ ile Aralık ayında ölçülmüş, bunu 54.5 $\mu g\ g^{-1}$ ile Eylül ayı izlemiştir (Şekil 19). Toplam askı yükte olduğu gibi bu yüksek ortalama değer İst. 2'de bu iki örnekleme zamanında ölçülen yüksek konsantrasyonlardan kaynaklanmaktadır. Daha önce yapılan bir çalışmada da (Ünsal ve ark., 1993) Eylül ayında en yüksek değer İst. 2'nin bulunduğu İnebolu'dan elde edilmiştir. Sedimana ulaşmış olan bakır, yağışın az ve denizin nisbeten sakin olduğu Eylül ayında halen sedimanda bulunması doğaldır. Ancak Aralık ayında elde edilen anormal derecede yüksek konsantrasyonu açıklamak pek kolay değildir. Bunu iki şekilde açıklamak mümkün olabilir; (i) yağmurlara ve sedimanın karışmasına karşın Yaz ve Sonbaharda sedimana yüsek düzeylerde çökmüş olan bakırın bir kısmı halen sedimanda bulunmaktadır, (ii) bölgede oluşması olası bir siklonik döngü (downweling) ile önemli miktarda bakır sedimana ulaşmıştır.

Diğer aylarda ve referans istasyonlarında bakır konsantrasyonları oldukça düşük düzeyde kalmıştır.

5.2.3.2. MİDYE

Midyelerde en yüksek bakır konsantrasyonu 3.81 $\mu g\ g^{-1}$ ile Nisan ayında ölçülmüş, bunu 2.21$\mu g\ g^{-1}$ ile Ocak ayı izlemiştir (Şekil 20). Her iki örnekleme zamanında gözlenen bu yüksek ortalama değerler, özellikle bir istasyonda (İst.2) öçülen yüksek değerlerden (Nisan'da 11.65-25.88 $\mu g\ g^{-1}$, Ocak'ta 6.68-7.84$\mu g\ g^{-1}$) kaynaklanmaktadır (Tablo 9a). Aynı aylarda İst.7'de de yüksek bakır konsantrasyonları ölçülmüştür. Daha önce de belirtildiği gibi midyelerde en yüksek cıva konsantrasyonu da Nisan ayında ölçülmüştür. Yine daha önce belirtildiği gibi yağışların ve rüzgarların azaldığı, dolayısıyla denizin sakin olduğu Nisan ayında dibe çökmekte olan partikül halinde ya da partiküllere yapışmış olan bakır midyeler tarafından alınmaktadır. Arıca Nisan ayı Karadeniz'de fitoplankton üretiminin en yüksek olduğu zamandır. Batı Karadeniz'de yapılan bir çalışmada (Benli, 1987) fitoplankton üretiminin Mart ayında en yüksek düzeye ulaştığı belirtilmektedir. Bayrakdar'ın (1994) yaptığı bir çalışmada da Nisan ayında fitoplanktonun sayı bakımından en yüksek olduğu yer, İst. 2'nin bulunduğu İnebolu önleri olarak belirtilmiştir. Buna göre midyelerdeki bakırın önemli bir bölümü besin yoluyla yani fitoplanktondan alınmaktadır.

Sedimandaki bakır ile midyedeki bakır arasında bir ilişki gözlenememiştir. Phillips (1976b) tarafından midye, bakır kirliliğinin indikatörü (belirleyicisi) olarak önerilmemektedir. Bryan & Uysal (1978) da bir bivalvia türü olan *Scrobicularia plana* üzerinde yaptıkları araştırmada sedimandan bakırın diğer metallere göre bu tür tarafından daha az alındığını

saptamışlardır. Bu araştırmacılara göre sedimanda açıklanamayan bazı değişiklikler, diğer metallerin ya da organik maddenin varlığı bakırın bu organizmalar tarafından sedimandan alınmasını engellemektedir. Midyelerde bakırın (ve diğer metallerin) birikimi üzerine etki eden pek çok faktörün varlığı başka araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (Phillips, 1976a; Catsiki ve ark., 1991; Nolan, 1991).

Referans istasyonlarından alınan midyelerde ölçülen bakır konsantrasyonları genellikle 1.0μg g^{-1} cıvarında bulunmuştur (Şekil 20).

5.2.3.3. MAKROALG

Makroalglerde en yüksek ortalama bakır değeri 2.67 μg g^{-1} ile Aralık ayında ölçülmüş, bunu 1.91μg g^{-1} ile Eylül ayı izlemiştir (Şekil 21). Aralık ayında elde edilen bu yüksek ortalama yine İst.2' de ölçülen yüksek değerlerden (12.0 μg g^{-1}) kaynaklanmaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi İst.2'in bulunduğu bölgede bakır yatakları bulunmaktadır. Yukarıda cıva için açıklandığı gibi bakır bakımından zengin olan parçacıklar algler üzerine yapışmaktadırlar. Analiz esnasında bu parçacıklar algler üzerinde kalmaktadır. Bryan & Hummerston, (1973) İngiltere' nin güney kıyılarından topladıkları makroalglerin bir kısmını suda yıkamışlar, bir kısmını da hem suda yıkamışlar hem de fırça ile temizlemişlerdir. Sadece suda yıkadıkları makroalglerde ölçtükleri bakır değeri 2780 μg g^{-1} (Kuru ağırlık), hem yıkayıp hem de fırça ile temizledikleri için elde ettikleri bakır değeri ise 2470 μg g^{-1} (Kuru ağırlık) dır. Dolayısıyla bu araştırmadan çıkarılabilecek sonuç; (a) kirli bölgelerden anormal yüksek bakır konsantrasyonlarının elde edilmesi mümkündür, (b) makroalgler üzerine yapışan partikül halindeki bakırı ya da bakır içeren parçacıkları temizlemek oldukça zordur.

Makroalglerde bakırın mevsimsel değişimi örnekleme istasyonlarının bulunduğu yere göre değiştiği gibi (Öztürk, 1994), alglerin metabolik özelliklerine, metallerin alınmaya hazır durumda olup olmadıklarına göre de değişmektedir (Rönnberg ve ark., 1990).

Referans istasyonlarından elde edilen bakır değerleri kaynak istasyonlara göre oldukça düşük düzeyde kalmıştır (Şekil 21).

5.2.3. KURŞUN

5.2.3.1. TOPLAM ASKI YÜK

Toplam askı yükte en yüksek kurşun konsantrasyonu 20.27 $\mu g\ g^{-1}$ ile Eylül ayında ölçülmüş, bunu 15.15 $\mu g\ g^{-1}$ ile Aralık ayı izlemiştir. Ocak ve Nisan aylarında elde edilen ortalama konsantrasyonlar aynı düzeydedir (Şekil 22).

Denizlerdeki kurşunun en önemli kaynaklarından birisi de atmosferdir. Atmosferdeki kurşunun başlıca kaynaklarından birisi ise taşıtlarda kullanılan akaryakıttır (Kendler, 1993). Trafiğin daha yoğun olduğu yaz aylarında atmosferdeki kurşunun artması doğaldır. Daha önce de belirtildiği gibi Batı Karadeniz'e atmosfer yoluyla giren kurşun miktarı 1150 ng/cm^2/ yıl'dır (Hacısalihoğlu ve ark., 1992). Tuncel ve ark. (1993) göre de akarsular, kanalizasyon ve endüstriyel atıklar yoluyla Batı Karadeniz'e giren kurşun miktarı Yaz ve Sonbahar aylarında artmaktadır. Sonbaharın başlangıcında yağmurların başlamasıyla atmosferdeki kurşun içeren parçacıklar deniz yüzeyine ulaşmakta ve Eylül ve Aralık aylarında toplam askı yükte konsantrasyonların artmasına sebep olmaktadır.

Bakırda olduğu gibi toplam askı yükün içerdiği plankton miktarının ve tür kompozisyonunun da yine kurşun konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi üzerine etkisi vardır.

Eylül hariç referans istasyonlarında ölçülen kurşun konsantrasyonları Ocak ve Nisan aylarında kaynak istasyonlarından elde edilen değerlerle yaklaşık aynı düzeydedir (Şekil 22). Bu da kurşunun karasal kaynaklı olduğu kadar, atmosferden önemli ölçüde geldiğini göstermektedir.

5.2.3.2. SEDİMAN

Sedimanın kurşun konsantrasyonlarındaki mevsimsel artış ve azalmalar hem toplam askı yükteki kurşun miktarı, hem de sedimandaki bakır ile benzerlik göstermiştir (Şekil 23, 22 ve 19). Üç örnekte de Eylül ve Aralık ayı ortalamaları diğer örnekleme zamanlarına (Ocak ve Nisan) göre yüksek bulunmuştur. Ancak kurşun değerleri toplam askı yük ve sedimanda en yüksek ortalama değere Eylül ayında ulaşmasına karşın (Şekil 22 ve 23), sedimanda en yüksek ortalama bakır değeri Aralık ayında elde dilmiştir (Şekil 19). Bakırın mevsimsel değişimini etkileyen faktörler kurşun için de geçerlidir. Her şeyden önce her iki metal de aynı kaynaklardan ancak, belki farklı miktarlarda denize ulaşmaktadır. Yine her iki metal de fitoplanktonlar tarafından alınmaktadır (Knauer & Martin, 1973; Noriki ve ark., 1985). Dolayısıyla bunları yiyen zooplanktona da geçmektedir. Zooplankton tarafından alınan kurşunun önemli bir kısmı dışkı (Feacal pellets), kabuk değişimi ve yumurtalarla tekrar dışarı atılmakta ve dibe çökmektedir. Fowler (1977) zooplanktonlar (Euphosids-küçük karidesler) üzerinde yaptığı bir araştırmada bu organizmaların tüm vücutlarında, dışkılarında ve değişen kabuklarında kurşun miktarlarını ölçmüştür. Tüm vücutta kurşun konsantrasyonu 1.1 $\mu g\ g^{-1}$ (kuru ağırlık) iken dışkıdaki kurşun konsantrasyonunu 34 $\mu g\ g^{-1}$, değişen kabuktakini ise 22 $\mu g\ g^{-1}$ (kuru ağırlık) olarak bulmuştur. Yani dışkıdaki ve değişen kabuktaki kurşun miktarı, tüm vücuttaki konsantrasyona göre 30 ile 20 kat daha fazladır. Dolayısıyla

bunları sedimana ulaşmasıyla sedimandaki metal konsantrasyonu, bu arada kurşun konsantrasyonu da, artmaktadır. Zooplankton üretimi fitoplankton üretimini izlediğinden Sonbahar aylarında Karadeniz'de gözlenen ikinci fitoplankton artışından sonra artan zooplankton, Sonbahar ve Kış başlangıcında sedimandaki kurşun miktarına katkıda bulunmaktadır. Yaz aylarında örnekleme yapılmadığından, Yaz başlarında artan zooplanktonun bu mevsimde sedimanın kurşun konsantrasyonuna olan etkisi incelenememiştir.

Kış ve İlkbahar aylarında artan yağışlarla nehir ve derelerin debileri de artmakta (Şekil 28), dolayısıyla bir yandan aşırı su girdisi, diğer yandan oluşan dip akıntılarıyla, yüksek kurşun içeren yüzey sedimanları tekrar suya karışmaktadır (Elbaz-Poulichet ve ark., 1984). Bu nedel Ocak ve Nisan aylarında olduğu gibi sedimandaki kurşun konsantrasyonları azalmaktadır.

Referans istasyonlarında ölçülen kurşun konsantrasyonları, Ocak ve Nisan aylarında kaynak istasyonlardan elde edilen ortalama değerlere yakın değerlerde bulunmuştur (Şekil 23).

5.2.3.3. MİDYE

Midyelerde en yüksek ortalama kurşun konsantrasyonu 30250.0 ng g^{-1} (30.25 µg g^{-1}) ile Nisan ayında ölçülmüş, bunu 24120.0 ng g^{-1} (24.12 µg g^{-1}) ile Ocak ayı izlemiştir. En düşük ortalama değer de 40 ng g^{-1} ile Eylül ayında elde edilmiştir (Şekil 24). Midyelerde aynı mevsimsel artış ve azalmalar bakır konsantrasyonları için de elde edilmişti (Şekil 20). Yine aynı organizmalarda en düşük ve en yüksek cıva konsantrasyonları da sırasıyla yine Nisan ve Eylül aylarında elde edilmesine karşın, Nisan ayını izleyen en yüksek ortalama değer Ocak ayında değil, Aralık ayında elde edilmiştir (Şekil 16). Nisan ayında ölçülen yüksek değer, cıva ve bakır bölümlerinde de açıklandığı gibi Karadeniz'in bu ayda sakin ve fitoplan-

kton üretiminin yüksek oluşundan kaynaklanmaktadır. Ancak Ocak ayında elde edilen yüksek ortalama değeri açıklamak oldukça zordur. Bu değerler üç istasyonda (İst. 1, 3 ve 5) ölçülen yüksek değerlerden kaynaklanmaktadır. Bu üç istasyon da yerleşim yerinde (Sinop-Ayancık, Bartın ve Zonguldak) bulunmaktadır. Kışın meskenlerin ve fabrikaların bacalarından çıkan kurşun içeren parçacıklar yağmur ile denize inmekte ve dibe kadar ulaşarak midyeler tarafından alınmaktadır. Kurşun ile aromatik petrol hidrokarbonları (PAH) arasında gözlenen sıkı ilişki atmosferdeki kurşunun sıvı yakıtların (fuel-oil) yanması sonucu oluştuğunu göstermektedir (Remoudaki ve ark., 1992). Phillips (1978)'e göre tuzluluğu düşük ortamda bulunan midyelerin içerdiği kurşun konsantrasyonu yüksek tuzlulukta yaşayanlardan daha yüksektir. Batı Karadeniz'de Ocak ve Nisan aylarında gerek yağışların, gerekse nehir girdilerinin artmasıyla tuzluluk azalmakta, muhtemelen midyeler tarafından alınan kurşun miktarı artmaktadır. Bu sonuçlar da gösteriyor ki, midyeler tarafından sedimandan kurşunun alınarak biriktirilmesinde pek çok faktör rol oynamaktadır.

Referans istasyonlarında ölçülen kurşun konsantrasyonları da Ocak ve özellikle Nisan ayında oldukça yüksek bulunmuştur. Kaynak istasyonları için belirtilen koşullar ve varsayımlar referans istasyonları için de geçerlidir. Kaynak istasyonları kadar değil ise de referans istasyonları da çevre ve iklim koşullarından etkilenmiştir.

5.2.3.4. MAKROALG

Midyelerde olduğu gibi makroalglerde de en yüksek ortalama kurşun konsantrasyonu 5.95 $\mu g\ g^{-1}$ ile Nisan ayında ölçülmüş, bunu 5.27 $\mu g\ g^{-1}$ ile Ocak ayı izlemiştir (Şekil 25). Yine midyelerde olduğu gibi bu yüksek değerler, Sinop-Ayancık, Bartın, Zonguldak ve Zonguldak-Ereğli gibi

yerleşim yerlerinde bulunan istasyonlardan (İst. 1, 3, 5 ve 6) alınan örneklerde ölçülen yüksek konsantrasyonlardan kaynaklanmaktadır (Tablo 14a). Dolayısıyla yerleşim alanlarından ve özellikle atmosferden gelen bir kirlilik söz konusudur. Bu taşınmada yine yağışların ve artan nehir debilerinin (şekil 26 ve 28) etkisi vardır. En düşük kurşun konsantrasyonu 0.20 $\mu g\ g^{-1}$ ile Eylül ayında ölçülmüştür. Aralık ayında ise Ocak ve Nisan aylarının yaklaşık yarısı (2.01 $\mu g\ g^{-1}$) düzeyindedir. Böylece makroalgler hem yerleşim yerlerindeki, hem de atmosferdeki kurşun kirliliğini bir ölçüde yansıtmaktadırlar. Diğer yandan Forsberg ve ark. (1988) bir makroalgin kirlilik indikatörü olarak kullanılabilmesi için örnek alınmasında nelere dikkat edilmesi gerektiğini maddeler halinde belirtmiştir.

Yukarıda da belirtildiği gibi Nisan ayı genellikle Karadeniz'in en durgun olduğu aydır. Bu da parçacıkların çökme hızını ve dolayısıyla miktarını arttırabilir. Çünkü deniz suyundaki kurşunun büyük bir kısmı partikül halindeki maddelerle birleşerek hızlı bir şekilde dibe çökmektedir (Roth & Hornung, 1977; Oregon & Fukai, 1981).

Referans istasyonlarında ölçülen kurşun konsantrasyonları Eylül hariç diğer kaynak istasyonlarına göre oldukça düşük düzeyde bulunmuştur.

6. KARŞILAŞILAN GÜÇLÜKLER

Çalışma süresince örnek alımlarında bazı güçlüklerle karşılaşılmıştır; Bölüm 2.2'de de belirtildiği gibi örnekler, belirlenen istasyonlardan Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü elemanları tarafından alınmıştır. Kış ve İlkbahar aylarında denizden ve özellikle Sakarya nehri ve Filyos çayı ile bunların denize döküldüğü bölgelerden örneklerin alınmasında bazı sorunlarla karşılaşılmıştır.

Yine ortamda bulunmaları iklim koşullarına ve mevsime bağlı olan midye ve makroalg örnekleri bazı örnekleme zamanlarında bazı istasyonlarda bazı noktalardan alınamamıştır. Ayrıca mesafenin çok uzak olması nedeniyle Trabzon'dan Trakyada bulunan tek istasyona ulaşımda özellikle kış aylarında bazı sorunlar yaşanmıştır.

Kaynak ve referans istasyonlarının sayısı toplam 13'tür. Kaynak istasyonlarında genellikle üç, referans istasyonlarında iki noktadan örnek alınmıştır. Her noktadan alınan örnek çeşidi ise dörttür. Buna göre her örnekleme döneminde yaklaşık 450 örnek analiz edilmiştir. Tüm bunlar zaman açısından bazı sıkıntılara ve sonuç raporunun yazılmasında gecikmelere sebep olmuştur.

Tüm bu güçlüklere karşın alınan örneklerden elde edilen sonuçlar değerlendirilerek Batı Karadeniz'de cıva, bakır ve kurşunun en çok hangi kaynaklardan ne oranda denize ulaştığı saptanmaya çalışılmıştır.

7. SONUÇLAR

Batı Karadeniz bölgesi'nde Şekil 1'de gösterilen 9 kaynak ve 4 referans istasyonundan dört ayrı örneklekleme zamanında (Ocak, Nisan, Eylül ve Aralık) alınan örneklerde cıva, bakır ve kurşun konsantrasyonları ölçülerek bu metallerin, senenin en çok hangi zamanında ve hangi kaynaklardan geldiği belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca metal konsantrasyonları arasında bir ilişki bulunup bulunmadığı, diğer bir anlatımla bir örnek türündeki metal miktarının diğer örnek türündeki metal miktarı üzerine ne oranda etkili olduğu incelenmiştir.

Örnekleme istasyonlarına göre metal konsantrasyonlarının değişimi (artma ve azalması) incelendiğinde;

- Cıva değerleri, örnekleme istasyonlarına ve bu istasyonlardan alınan örneklerin türüne göre farklılık göstermiştir. Örneğin en yüksek cıva konsantrasyonları toplam askı yükte İst. 2 ve 8'de, sedimanda İst. 7 ve 9'da, midyelerde İst. 5'te ve makroalglerde İst. 9'da ölçülmüştür.
- Bakır konsantrasyonları, bakır yataklarının ve Etibank Bakır İşletmelerinin bulunduğu İst. 2'den alınan tüm örneklerde diğer istasyonlara göre en yüksek düzeydedir. Böylece bu istasyondan alınan tüm örnekler bakır kirliliğini yansıtmaktadır.
- Kurşun konsantrasyonları ise toplam askı yükte İst. 2 ve 5'te, sedimanda İst. 2 ve 8'de, midyelerde İst. 3 ve 5'te, makroalglerde ise İst. 3'te en yüksek olarak ölçülmüştür.

Bakır kirliliğinde, nehirlerin ve özellikle bölgede bulunan bakır yataklarının, kurşun kirliliğinde ise nehirlerin ve yerleşim alanlarında atmosferdeki kirlenmenin büyük etkisi vardır. Cıva daha çok nehir, dere ve

sel sularıyla Karadeniz'e ulaşmaktadır. Ayrıca bazı sanayi bölgelerinden de bir miktar cıva denize karışmaktadır.

Örneklerdeki metal konsantrasyonları arasındaki ilişki istasyonlara göre incelenmiştir. Buna göre, pek çok istasyonda toplam askı yükteki bakır ve kurşun konsantrasyonları ile sedimandakiler arasında bir ilişki gözlenmiş, ancak aynı ilişki cıva için gözlenememiştir. Yine bazı istasyonlarda sedimandaki metal konsantrasyonları ile midye ve makroalglerdeki metal düzeyleri arasında bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Bu ilişki, metallerin ve canlının türüne ve ayrıca ortam koşullarına göre değişmektedir.

Örneklerdeki metal konsantrasyonlarının değişimi (artma ve azalması) ve birbirleri arasındaki mevsimlere göre incelendiğinde;

- Toplam askı yükteki cıva konsantrasyonları ile sedimandakiler arasında bir ilşki gözlenmemesine karşın, sedimandaki cıva konsantrasyonları ile midye ve makroalglerdeki cıva konsantrasyonları arasında az da olsa mevsimsel bir ilişki mevcuttur; Üç örnek türünde de en yüksek konsantrasyon Nisan ayında ölçülmüştür.
- Bakır konsantrasyonları açısından bakıldığında, toplam askı yük ile sediman ve yine sediman ile midyeler arasında çok fazla bir ilişki bulunmamasına karşın, makroalglerdeki bakır konsantrasyonları ile sedimandakiler arasında bir ilişki mevcuttur. Çünkü bu iki örnek türünde en yüksek değerler sırasıyla Aralık ve Eylül aylarında ölçülmüştür.
- Örneklerdeki kurşun konsantrasyonlarının mevsimsel değişimine bakıldığında, toplam askı yükte ve sedimanda en yüksek değerler sırasıyla Eylül ve Aralık aylarında ölçülmüştür. Dolayısıyla toplam askı yük ile sediman arasında kurşun konsantrasyonları açısından bir ilişki vardır. Buna karşın , bu iki örnek türü ile midye ve makroalgler arasında herhangi bir ilişki

gözlenememiştir. Çünkü midye ve makroalglerde en yüksek kurşun değerleri sırasıyla Nisan ve Ocak aylarında ölçülmüştür.

Sonuç olarak Batı Karadeniz'de cıva , bakır ve kurşun kirliliği bazı bölgelerde oldukça yüksek düzeydedir ve az da olsa insan gıdası olarak kullanılan midyelerde bu metallerin miktarı bazı mevsimlerde ve bazı istasyonlarda uluslararası kabul edilebilir limitlerin bir miktar üzerine çıkmıştır.

8. HARCAMALAR

Proje bütçesi ve yapılan harcamaların dağılımı (TL)

Kalemler	Toplam ödenek	Harcanan	Kalan
Personel	430.000.000	343.487.000	86.513.000
Techizat	35.000.000	35.000.000	--
Sarf	865.000.000	787.801.000	77.199.000
Seyahat	70.000.000	57.990.000	12.010.000
Hizmet alımı	100.000.000	--	100.000.000
Toplam	**1.500.000.000**	**1.224.278.000**	**275.722.000**

9- REFERANSLAR

Akdoğan, Ş., The Seasonal Variation in Trace Metal Concentrations in *Mytilus galloprovincialis* along theTurkish Black Sea Coast. (Master Tezi) ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü, (1991).

Akdoğan, Ş. & Ünsal, M., Variations in Trace Metal Content of the Mussel, *Mytilus galloprovincialis* Lamark with Season and Size. *Doğa Tr. J. of Zoology*, 117-125, (1993).

Bayraktar, S., Distribution of Phytoplankton (>55 μ) Along the Turkish Coast and at the North-western Area of the Black Sea. (Master Tezi), ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü, (1994).

Benli, H.A., Investigation of Plankton Distribution in the Southern Black Sea and its Effects on Particle Flux. *Mitt. Geol. Palaont. Inst. Univ. Hamburg. SCOPE/UNEP Sonderband.* 62, 77-87, (1987).

Bernhard, B., Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 3.Sampling and Analyses of Biological materials. *Guidlines for the FAO (GFCM)/UNEP joint coordinated project on pollution in Mediterranean.* (1976) pp:124.

Bronfman, A.M., Vorobyova, L.V., Garkavaya, G.P., Zaitsev, Yu.P. & Nesterova, D.A., Main Features and Tendencies of Anthropogenic Changes in the Ecosystems of the North-western Black Sea Shelf. In: *Proceedings of the Black Sea Stmposium, Ecological Problems and Economical Prospects.* İstanbul, 16-18 Sept.1991). Edited by K.C. Güven. Published by The Black Sea Foundation for Education, Culture and Protection of Nature, İstanbul, Turkey. (1994), pp: 59-76.

Bryan, G.W. & Hummerstone, L.G., Brown Seaweed as an İndicator of Heavy Metals in Estuaries in South-West England. *J.mar.biol. Ass. U.K.*, 53, 705-20, (1973).

Bryan, G.W. & Uysal, H., Heavy metals in the Burrowing Bivalve *Scrobicularia plana* from the Tamar Estuary in Relation to Environmental Levels. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 58, 89-108, (1978).

Campesan, G., Capelli, R., Pagotto, G., Stocco, G. & Zanicchi, G., Heavy Metals in Organisms from the Lagoon of Venice (Italy). *Ves Journées Etude. Pollutions*, Cagliari, CIESM. (1980) pp: 317-22.

Catsiki, V.A., Mylona, A. & Mimicos, N., The İmpact of Size on the Bio accumulation Rate of Heavy Metals and PAHs by *Mytilus gallopro vincialis* from Saronicos Golf. In: Proceedings of the FAO/UNEP/ IAEA Consultation Meeting on the Accumulation and Transformation of Chemical Contaminants by Biotic and Abiotic Processes in the Marine Environment. (La Spezia, Italy, 24-28 September 1990). Edited by G.P. Gabrielides. *MAP Technical Reports Series* No. 59. UNEP, Athens, (1991), pp:153-61.

D.M.İ., Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Aylık Meteoroloji Bülteni. Sayı: 138-149, (1993)

Egerov, V.N., Polikarpov, G.G., Kulebakina, L.G., Svetasheva, S.K. & Zherko, M.V., Contamination of the Black Sea with Radionuclides, Mercury and Polychlorbiphenils and the Role of Biotic factors in the Self-decontamination of Waters. In: *Proceedings of the Black Sea Stmposium, Ecological Problems and Economical Prospects.* İstanbul, 16-18 Sept. 1991). Edited by K.C. Güven. Published by The Black Sea Foundation for Education, Culture and Protection of Nature, İstanbul, Turkey. (1994), pp:43-58.

EİE., Türkiye Sularında Su Kalitesi Gözlemleri. *Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü*, (1989), pp: 163.

Elbaz-Poulichet, F., Holliger, P., Huang, W.W. & Martin, J-M., Lead Cycling in Estuaries, Illutrated by the Gironde Estuary, France. *Nature*, 308, 409-14, (1984).

El-Rayis, O.A., Halim, Y. & Aboul-Dahab, O., Total Mercury in the Coastal Marine Ecosystem West of Alexandria. İn: *Papers presented at the FAO/UNEP/WHO/IOC/IAEA* Meeting on *the Biogeochemical Cycle of Mercury in the Mediterranean.*(1986) pp: 58-73.

Ergin, M., Saydam, C., Baştürk, Ö., Erdem, E. & Yörük, R., Heavy Metal Concentrations in Surface Sediments from the two Coastal İnlets (Golden Horn Estuary and İzmit Bay) of the Northeastern Sea of Marmara. *Chem. Geol.*, 91, 269-85, (1991).

Fabiano, m., Baffi, F. & Frache, R., Seasonal and Depth Variations of Copper, İron and Nickel in Ligurian Coastal Waters. *Mar. Chem.*, 17, 165-75, (1985).

Fabiano, M. & Povero, P., Particulate Matter and Heavy Metals in the Ligurian Sea. Transport of Pollutants by Sedimentation. Collected papers from the first Mediterranean workshop, (Villefranch-sur-Mer, France, 10-12 December 1987). *MAP Technical Reports Series* No. 45, UNEP, Athens, (1990) pp: 207-18.

Figueres, G., Martin, J.M., Meybeck, M. & Seyler, P., A Comparative Study of Mercury Contamination in the Tagus Estuary (Portugal) and Major French Estuaries (Gironde, Loire, Rhone). İn: *Papers presented at the FAO/UNEP/ WHO/IOC/IAEA* Meeting on *the Biogeochemical Cycle of Mercury in the Mediterranean.* (1986) pp: 78-98

Forsberg, A°., Söderlund, S., Frank, A., Peterson, L.R. &Pedersén, M., Studies on Metal Content in the Brown Seaweed, *Fucus vesiculosus*, from the Archipelago of Stockholm. *Environ. Pollut.*, 49, 245-63, (1988).

Fowler, S.W., Trace Elements in Zooplankton Particulate Products. *Nature*, 269, 51-2, (1977).

Güven, K.C., Topçuoğlu, S., Kut, D., Esesn, N., Erentürk, N., Saygı, N., Cevher, E., Güvener, B. & Öztürk, B., Metal Pollution of the Black Sea Algea. Part II. *Acta Pharmac.Turcica*, XXXIV,81-89, (1992).

Hacısalihoğlu, g., Ölmez, İ., Balkaş, T., Tuncel, G., Eliyakut, F., Anwari, M., Ataman, O.Y. & Tuncel, S., Karadeniz Atmosferinde Ölçülen Parçacıkların Kimyasal Kompozisyonu. *II. Uluslararası Ekoloji ve Çevre Sorunları Sempozyumu*, 5-7 Kasım 1992, Ankara, (1992) pp: 192-201.

Haraldson, C. & Westerlund, S., Trace Elements in the Water Columns of the Black Sea and from Varen Fjord, *Mar. Chem.*, 23, 417-24, (1988).

Haraldson, C. & Westerlund, S., Total and Suspended Cadmium, Cobalt, Copper, İron, Lead, Manganese, Nickel and Zinc in the Water Column of the Black Sea. In: *Black Sea Oceanography*. Eds: İzdar, E.& Muray, J.W., Kluwer Academic Publ., Netherland, (1991), p: 161-72.

Hornung, H., Krumgalz, B.S. & Cohen, Y., Mercury Pollution in Sediments, Benthic Organisms and İnshore Fishes of Haifa Bay, Israel. *Mar. Environ. Res.* 12, 191-208, (1984).

Kendler, B.S., Lead: An Element of Danger. *Caroline Biological Supply Company*, 56 (1), 1-3, (1993).

Knauer, G.A. & Martin, J.H., Seasonal Variations of Cadmium, Copper, Manganese, Lead and Zinc in Water and Phytoplankton in Monterey Bay, California. *Limnol.Oceanogr.*, 18, 597-604, (1973).

Komarov, A.V. & Shimkus, K.M., Features of the Seasonal Arrival and Accumulation of Pollutants in the Novorossiysk-Gelendzhik Region of the Black Sea, and the Ecological Consequences. In: *Assessment of Land-Based Sources of Marine Pollution (LBSMP) in the Seas Adjacent to the Commonwealth ofIndependent States (CIS). Papers from the Advisory Committee on Protection of the Sea Conference Held in Sevastopol*, Crimea, Ucraine, from 6 th to 10 th April 1992. (1994) pp: 145-7.

Lewis, B.L. & Landing, W.M., The İnvestigation of Dissolved and Suspended-Particulate Trace Metal Fractination in the Black Sea. *Mar. Chem.*, 40, 105-41, (1992).

Majori, L., Nedoclan, G., Daris, F. & Modonutti, G.B., Mercury Distribution in *Mytilus galloprovincialis* Lmk. in Northern Adriatic Lagoons and Coastal Areas. *Rev. Intern.Océanogr. Méd.*, Tomes 101-102-103-104, 214-7, (1991).

Majori, L., Daris, F., Nedoclan, G., Modonutti, G.B. & Mattassi, G., Metal Distribution (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn) in *Mytilus galloprovincialis* Lmk. in Coast-and Lagoon-Areas in Northern Adriatic. *Rev. Intern.Océanogr. Méd.*, Tomes 101-102-103-104, 225-8, (1991).

M.G.M., Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Aylık Meteoroloji Bülteni. Sayı: 138-149, (1993)

Mironov, O.G., The Composition of Organic Components of Surface-Water Discharges in the Area of Sevastopol. In: *Assessment of Land-Based Sources of Marine Pollution (LBSMP) in the Seas Adjacent to the Commonwealth of Independent States (CIS). Papers from the Advisory Committee on Protection of the Sea Conference Held in Sevastopol,* Crimea, Ucraine, from 6 th to 10 th April 1992.(1994) pp:157-9.

M.T.A., M.T.A. Enstitüsünce Bilinen Türkiye Yeraltı Kaynakları Envanteri. *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Yayınları, No.*168 (1977), pp:390.

Nolan, C., Trace Metal Accumulation in Molluscs: the Effects of Variables and Variability on Sampling Strategies. In: *Proceedings of the FAO/ UNEP/IAEA Consultation Meeting on the Accumulation and Transformation of Chemical Contaminants by Biotic and Abiotic Processes in the Marine Environment.* (La Spezia, Italy, 24-28 September 1990). Edited by G.P. Gabrielides. *MAP Technical Reports Series* No. 59. UNEP, Athens, (1991), pp: 259-77.

Noriki, S., Ishimori, N., Harada, K. & Tsunogai, S., Removal of Trace Metals from Seawater During a Phytoplankton Bloom as Studied with Sediment Traps in Funka Bay, Japan. *Mar. Chem.*, 17, 75-89, (1985).

Oregon, B. & Fukai, R., Distribution of Different Chemical Forms of Lead in Mediterranean Sediments. *Ves Journees Etudes Pollution.* p: 243-250, CIESM, Cagliari (1981).

Öztürk, M., Sinop'un Koy ve Limanlarında Yayılım Gösteren *Patella coerulae* L. ve *Enteromorpha linza* (L.) J. Agardh Türlerindeki Ağır Metal Düzeyleri. *Tr. J. of Biyology*, 18, 195-211, (1994).

Pecheanu, I., Contenu de Certains Métaux Lourds dans les Sédiments Superficiels du Bassin du Port de Constanza. *VIes J.Etude Pollut.*, Cannes, C.I.E.S.M. (1982) pp: 435-38.

Phillips, D.J.H., The Common Mussel *Mytilus edulis* as an İndicator of Pollution by Zinc, Cadmium, Lead and Copper. I. Effects of Environ mental Variables on Uptake of Metals. *Mar. Biol.*, 38, 59-69, (1976a).

Phillips, D.J.H., The Common Mussel *Mytilus edulis* as an İndicator of Pollution by Zinc, Cadmium, Lead and Copper. II. Relationship of Metals in the Mussel to Those Discharged by İndustry Metals. *Mar. Biol.*, 38, 71-80, (1976b).

Phillips, D.J.H., The Common Mussel *Mytilus edulis* as an İndicator of Trace Metals in Scandinavian Waters: II. Lead, İron and Manganese. *Mar. Biol.*, 46, 147-56, (1978).

Polikarpov, G.G., Zaitsev, Yu.P., Zats, V.I. & Radchenko, L.A., Pollution in the Black Sea (Levels and Sources). In: *Proceedings of the Black Sea Stmposium, Ecological Problems and Economical Prospects.* İstanbul, 16-18 Sept. 1991). Edited by K.C. Güven. Published by The Black Sea Foundation for Education, Culture and Protection of Nature, İstanbul, Turkey. (1994), pp:15-42.

Remoudaki, E., Bergametti, G. & Buat-Menard, P., The Atmospheric Input of Lead into the Northern Mediterranean Sea. In: *Airborn Pollution of the Mediterranean Sea.* Report and Proceedings of the Second WHO/UNEP Workshop. *MAP Technical Reports Series No.* 64 UNEP, Athens, (1992) pp: 17-31.

Renzoni, A., Bacci, E. & Falciai, L., Mercury Concentration in the Water, Sediments and Fauna of an Area of the Tyrrhenian Coast. *Rev. Intern. Océanogr. Méd.*, Tomes XXXI-XXXII, 17-45, (1973).

Romeo, M. & Gnassia-Barelli, M., Metal Uptake by Different Species of Phytoplankton in Culture. Hydrobiologia., 123, 205-9, (1985).

Roth, I. & Harnung, H., Heavy Metal Concentrations in Water, Sediment and Fish from Mediterranean Coastal Area. *Israel Environ. Sci. Tecnol.*, 11, 265-69, (1977).

Rönnberg, O., Adjers, K., Ruokolahti, C. & Bondestam, M., *Fucus vesiculosus* as an İndicator of Heavy Metal Availability in a Fish Farm Recipient in the Northern Baltic Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, 21, 388-392, (1990).

Savdam, A.C., Yılmaz, A., Salihoğlu, İ. & Baştürk, B., Batı Karadeniz'in Oşinografisi "Kimyasal Oşinografi" *Tekn. Rap.*, ODTÜ-Deniz Bil. Enst. Cilt II, (1989) pp: 108.

Serbanescu, O., Munteanu, G., Pecheanu, I. & Mihnea, R., *Mytilus galloprovincialis* de la Cote Romaine de la Mer Noire, Facteur de Concentration en Metaux Lourds. *Ves Journees Etudes Pollution,* Cagliari, CIESM, (1980) 573-576.

Spencer, D:W. & Brewer, P.G., Vertical Advection Diffusion and Redox Potentials as Controls on the Distribution of Manganese and other Trace Metals Dissolved in Waters of the Black Sea. *J. Geophys. Res.*, 76, 5877-92, (1971).

Tuncel, G., Tuncer, G. & Güllü, G., Karadeniz Deniz Kirliliği Ölçüm ve İzleme Projesi. Nihai Rapor. ODTÜ-Çevre Müh. Böl. Ankara (1993), pp: 49.

UNEP/ECE/UNIDO/FAO/UNESCU/WHO/IAEA, Pollutants from Land-Based Sources in the Mediterranean. *UNEP Regional Seas Reports and Studies* No:32, UNEP, (1984).

UNEP/FAO/IAEA/IOC., Determination of Total Mercury in Selected Marine Organisms by Cold Vapour Atomic Absorption Spectrophotometry. *Reference Methods for Marine Pollution Studies,* No:8, Rev. 1, UNEP (1984a), pp: 17.

UNEP/FAO/IAEA/IOC., Determination of Total Cadmium, Zinc, Lead and Copper in Selected Marine Organisms by Flameless Cold Vapour Atomic Absorption Spectrophotometry. *Reference Methods for Marine Pollution Studies*, No:11, Rev. 1, UNEP (1984b), pp: 21.

UNEP/FAO, Baseline Studies and Monitoring of Metals, Particularly Mercury and Cadmium, in Marine Organisms (MED POL II). *MAP Technical Reports Series* No. 2 UNEP, Athens (1986) pp: 45-55; 125-39; 205-16.

UNEP/FAO/WH0., Assesssment of the State of Pollution of the Mediterranean Sea by Mercury Compunds. *MAP Technical Reports Series*. No:18, UNEP, Athens (1987), pp: 354.

Ünsal, M., Bekiroğlu, Y., Akdoğan, Ş., Ataç, Ü.,Kayıkçı.Y., Alemdağ, N., Aktaş, M. & Yıldırım, C., Batı Karadeniz'de Ekonomik Önemi Olan Bazı Deniz Ürünlerinde Ağır Metallerin Belirlenmesi. *Sonuç Raporu*, ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli,(1993), pp: 78.

Ünsal, M. & Beşiktepe, Ş., A Preliminary Study on the Metal Content of Musseles, *Mytilus galloprovincialis* (Lmk.) in the Eastern Black Sea. *Tr. J. of Zoology*, 18, 265-71, (1994).

Ünsal, M., Bekiroğlu, Y., Beşiktepe (Akdoğan), Ş., Kayıkçı.Y., Alemdağ, N., Aktaş, M. & Yıldırım, C., Orta ve Doğu Karadeniz'de Ağır Metal Kirliliğinin Karasal Kaynaklarının Belirlenmesi. *Sonuç Raporu*, ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli,(1995), pp: 83.

Vorontsov, N.N. & Koltsov, N.K., The Environmental Situation in the Black Sea Regions of the USSR an in the Adjacent Areas of the Black Sea and Sea of Azov. In: *Proceedings of the Black Sea Stmposium, Ecological Problems and Economical Prospects.* İstanbul, 16-18 Sept. 1991). Edited by K.C. Güven. Published by The Black Sea Foundation for Education, Culture and Protection of Nature, İstanbul,Turkey. (1994), pp: 101-108.

Wallace, G.T.Jr., The Association of Copper, Mercury and Lead with Surface-Active Organic Matter in Coastal Seawater. *Mar. Chem.*, 11, 379-94, (1982).

Yücesoy, M. & Ergin, M., Heavy Metal Geochemistry of Surface Sediments from the Southern Black Sea Shelf and Upper Slope. *Chem. Geol.*, 99, 265-87, (1992).

Zafiropulos, D., The Biogeochemical Cycle of Mercury: An overview. In: *Paper Presented at the FAO/UNEP/WHO/IOC/IAEA Meeting on the Biogeochemical Cycle of Mercury in the Mediterranean.* (Siena 27-31 Aug. 1984). *FAO Fish. Rep.*, 325 (Suppl.), 168-87, (1986).

TABLOLAR

Tablo 1. Örnekleme istasyonlarının yerleri (*)

İstasyon No	Kaynak istasyonları
1 B,C	Sinop Ayancık
2 A,B,C	Kastamonu - İnebolu, Zarbana Deresi
3 A,B,C	Bartın Çayı
4 A,B,C	Zonguldak Filyos (Yenice) Çayı
5 B,C	Zonguldak Liman
6 B,C	Zonguldak - Ereğli
7 A,B,C	Bolu - Akçakoca, Melen Çayı
8 A,B,C	Sakarya Nehri
9 A,B,C	Kırklareli - Kıyıköy, Pabuç Deresi
	Referans istasyonları
$\mathbf{R_{1\ B,C}}$	Kastamonu - Çatalzeytin
$\mathbf{R_{2\ B,C}}$	Bartın - Çakraz Koyu
$\mathbf{R_{3\ B,C}}$	İstanbul - Şile
$\mathbf{R_{4\ B,C}}$	İstanbul - Yalıköy

(*) A : Nehir, dere ya da atık su
B : Kıyı
C : Açık deniz

Tablo 2a. Örnekleme istasyonlarında ölçülen pH, çözünmüş oksijen (D.O.), sıcaklık (T ^{0}C), tuzluluk (S‰) ve seki disk (Sk.D.) değerleri

	Ocak					Nisan				
İst	pH	D.O. (mg/l)	(T ^{0}C)	S‰	Sk.D. (m)	pH	D.O. (mg/l)	(T ^{0}C)	S‰	Sk.D. (m)
1B	8.2	9.8	9.0	16.5	--	8.1	10.7	7.5	16.5	--
1C	8.1	9.7	9.1	16.7	0.9	8.2	10.5	7.7	16.5	2.0
2A	7.6	6.4	8.0	1.0	--	7.9	8.5	7.5	1.0	--
2B	7.7	6.5	8.2	2.0	--	7.9	8.9	7.6	6.0	--
2C	7.8	6.8	8.3	9.0	0.15	8.1	9.0	7.6	12.0	0.4
3A	8.1	10.0	8.6	0.0	--	7.8	9.0	7.8	0.0	--
3B	8.0	10.1	8.7	5.0	--	7.9	9.1	7.9	2.0	--
3C	8.0	10.1	8.7	13.0	1.5	7.8	9.3	7.9	13.0	0.25
4A	8.0	9.5	8.9	1.0	--	7.8	9.9	7.9	1.0	--
4B	8.0	9.8	8.8	3.0	--	7.9	10.0	7.9	5.0	--
4C	8.1	9.9	8.8	12.0	0.3	7.9	10.0	8.0	9.0	0.4
5B	8.1	8.0	8.5	14.0	0.2	7.0	10.0	7.8	5.8	0.5
5C	8.0	8.2	8.5	15.0	0.4	7.2	10.0	7.7	9.0	0.7
6B	8.2	8.8	9.0	15.5	--	7.6	9.8	7.8	15.0	0.3
6C	8.3	9.0	9.1	15.5	0.6	7.5	9.9	7.9	15.8	0.3
7A	8.0	9.6	7.6	0.4	--	7.6	9.7	8.0	0.9	--
7B	8.1	9.5	7.8	1.3	--	7.6	9.9	8.1	3.2	--
7C	8.1	9.5	8.2	6.2	0.2	7.8	9.9	8.1	5.8	0.2
8A	8.1	9.6	8.2	0.1	--	7.8	9.6	8.3	0.1	--
8B	8.0	9.9	8.4	0.8	--	7.9	9.5	8.4	0.6	--
8C	8.0	9.9	8.5	1.4	0.15	7.9	9.5	8.4	1.7	0.3
9A	7.9	9.9	6.9	0.1	--	7.9	10.0	6.6	0.2	--
9B	7.8	9.6	7.4	0.6	--	7.9	10.5	6.9	0.9	--
9C	7.7	9.6	7.5	1.4	0.5	8.0	10.2	7.2	5.2	0.15
R_{1B}	8.1	10.0	8.8	16.8	--	8.1	10.5	7.5	16.5	--
R_{1C}	8.0	9.8	8.9	16.8	1.2	8.0	10.6	7.5	16.0	2.0
R_{2B}	8.0	9.9	8.4	16.5	--	7.9	10.3	7.7	16.0	--
R_{2C}	8.1	10.2	8.5	16.6	1.6	7.9	10.2	7.5	15.9	1.2
R_{3B}	8.0	9.8	8.6	15.8	--	8.0	9.8	8.6	15.0	--
R_{3C}	8.0	9.9	8.7	15.8	0.25	8.0	9.7	8.9	15.1	0.7
R_{4B}	7.9	9.8	7.5	16.0	--	7.9	9.8	6.9	16.5	--
R_{4C}	7.8	9.6	7.7	16.8	0.8	8.0	9.9	7.2	17.0	0.9

Tablo 2b. Örnekleme istasyonlarında ölçülen pH, çözünmüş oksijen (D.O.), sıcaklık (T ^{0}C), tuzluluk (S‰) ve seki disk (Sk.D.) değerleri

	Eylül					Aralık				
İst.	pH	D.O. (mg/l)	(T ^{0}C)	S‰	Sk.D. (m)	pH	D.O. (mg/l)	(T ^{0}C)	S‰	Sk.D. (m)
1B	8.3	7.9	21.5	18.0	--	8.4	10.0	8.4	17.0	--
1C	8.2	7.8	22.0	18.0	2.0	8.3	10.0	8.5	17.0	0.5
2A	7.8	7.6	20.0	1.0	--	8.5	10.5	6.2	0.1	--
2B	8.1	7.9	21.0	4.0	--	8.5	11.0	6.2	0.7	--
2C	8.1	8.0	21.0	13.0	0.2	8.4	10.5	8.6	12.8	0.5
3A	8.0	8.4	23.0	2.0	2.0	8.0	9.8	6.5	1.0	--
3B	8.2	7.8	23.8	16.0	--	8.2	9.9	6.7	4.0	--
3C	8.1	7.9	24.0	17.0	0.7	8.2	10.2	6.7	12.0	0.2
4A	8.1	7.3	24.0	0.0	--	7.9	9.5	8.0	1.0	--
4B	8.0	7.4	23.0	4.0	--	8.0	9.4	8.1	4.0	--
4C	8.1	7.5	23.0	12.0	0.5	8.1	9.4	7.9	14.0	0.4
5B	8.1	7.3	22.2	16.0	0.3	8.3	7.7	6.4	13.8	0.25
5C	8.1	7.4	22.2	16.0	0.5	8.2	8.6	6.6	14.0	0.3
6B	8.3	7.4	23.5	16.0	0.2	8.3	9.5	9.2	15.5	1.8
6C	8.2	7.4	24.0	16.3	0.2	8.2	9.7	9.0	15.8	0.9
7A	8.0	7.0	23.0	0.5	--	8.3	10.5	6.5	0.6	--
7B	8.2	7.1	23.8	3.2	--	8.3	9.2	9.4	1.6	--
7C	8.2	7.1	23.5	6.5	0.4	8.3	9.2	9.2	16.5	0.2
8A	7.9	7.4	22.0	0.2	--	7.7	9.3	6.5	1.0	--
8B	8.1	7.3	22.5	1.1	--	8.0	9.0	6.6	3.0	0.1
8C	7.9	7.3	23.0	1.8	0.2	8.1	8.8	7.6	8.5	0.1
9A	7.9	7.7	22.0	0.1	--	8.0	9.7	5.8	0.8	--
9B	7.9	7.8	22.0	4.5	--	8.1	10.5	5.9	5.0	--
9C	8.0	7.8	23.0	11.5	0.4	8.0	10.0	6.0	12.0	0.9
R_{1B}	8.1	7.9	21.2	18.0	--	8.4	11.0	9.2	17.0	--
R_{1C}	8.1	7.8	21.5	18.0	2.3	8.2	10.2	9.0	17.0	0.9
R_{2B}	8.2	8.2	24.1	18.0	--	8.5	9.6	8.9	16.5	1.2
R_{2C}	8.1	8.1	24.0	18.0	2.0	8.3	9.4	9.0	16.5	1.5
R_{3B}	7.8	7.6	23.0	17.5	--	7.9	10.6	8.3	15.0	--
R_{3C}	7.9	7.6	23.0	17.8	0.4	7.9	10.7	8.5	15.5	0.5
R_{4B}	7.8	7.6	21.0	17.7	--	7.8	10.4	6.1	16.0	--
R_{4C}	7.9	7.8	21.0	17.6	2.6	7.9	10.5	6.3	16.8	2.0

Tablo 3a. Toplam askı yükte cıva konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Ocak			Nisan		
	Min.	Max.	Ortalama	Min.	Max.	Ortalama
1B	0.19	0.23	0.21 ± 0.03	0.17	0.33	0.27 ± 0.09
1C	0.13	0.48	0.26 ± 0.19	0.15	0.28	0.20 ± 0.07
2A	0.35	0.42	0.38 ± 0.04	0.41	0.54	0.47 ± 0.07
2B	20.09	63.63	48.94 ± 7.84	7.14	9.72	8.86 ± 1.49
2C	0.12	0.14	0.13 ± 0.01	1.01	4.22	3.07 ± 1.79
3A	0.06	0.09	0.08 ± 0.02	0.76	1.04	0.90 ± 0.14
3B	0.94	0.98	0.96 ± 0.02	1.13	1.36	1.25 ± 0.12
3C	0.10	0.53	0.34 ± 0.22	0.83	1.17	0.97 ± 0.18
4A	0.95	4.50	2.72 ± 1.78	0.84	2.61	1.86 ± 0.92
4B	1.03	2.32	1.48 ± 0.73	1.11	2.85	1.98 ± 0.87
4C	1.39	1.65	1.52 ± 0.13	1.52	1.63	1.57 ± 0.06
5B	0.53	0.77	0.62 ± 0.13	1.10	1.13	1.11 ± 0.02
5C	0.47	0.96	0.74 ± 0.25	3.98	7.00	5.17 ± 1.61
6B	0.69	3.85	2.53 ± 1.64	0.83	1.15	0.98 ± 0.16
6C	0.17	0.31	0.24 ± 0.01	0.63	0.68	0.65 ± 0.03
7A	1.18	2.14	1.71 ± 0.49	0.60	0.62	0.61 ± 0.01
7B	0.59.	1.12	0.87 ± 0.27	2.04	4.05	2.84 ± 1.07
7C	0.94	1.47	1.14 ± 0.30	0.38	2.70	1.48 ± 1.16
8A	1.53	82.00	42.98 ± 40.3	0.47	2.25	1.11 ± 0.99
8B	0.24	0.86	0.54 ± 0.31	1.50	2.43	1.86 ± 0.50
8C	7.04	42.62	19.65 ± 19.9	1.52	4.28	2.27 ± 1.06
9A	0.72	0.91	0.82 ± 0.10	6.41	6.97	6.70 ± 0.28
9B	0.75	0.87	0.81 ± 0.06	5.21	5.47	5.35 ± 0.13
9C	0.77	1.45	1.18 ± 0.36	3.98	4.36	4.15 ± 0.19
R_{1B}	0.18	0.23.	0.20 ± 0.03	0.21	0.33	0.27 ± 0.06
R_{1C}	1.16	1.64	1.45 ± 0.30	0.17	0.35	0.25 ± 0.09
R_{2B}	0.16	0.52	0.38 ± 0.20	0.43	0.62	0.52 ± 0.10
R_{2C}	0.37	0.81	0.57 ± 0.20	0.37	0.55	0.45 ± 0.09
R_{3B}	157.7	253.5	199.5 ± 39.2	24.51	30.24	27.31 ± 2.87
R_{3C}	0.48	1.45	0.94 ± 0.49	7.16	9.11	8.24 ± 0.99
R_{4B}	1.18	1.26	1.22 ± 0.04	0.73	0.79	0.76 ± 0.03
R_{4C}	1.13	1.24	1.18 ± 0.06	0.61	0.73	0.67 ± 0.06

Tablo 3b. Toplam askı yükte cıva konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Eylül			Aralık		
	Min.	Max.	**Ortalama**	Min.	Max.	**Ortalama**
1B	n.d.	n.d.	--	0.14	0.20	**0.16 ± 0.03**
1C	n.d.	n.d.	--	0.10	0.15	**0.12 ± 0.02**
2A	1.32	1.52	**1.42 ±0.10**	5.00	6.50	**5.60 ± 0.85**
2B	n.d.	n.d.	--	6.50	12.50	**9.00 ± 3.05**
2C	n.d.	n.d.	--	0.80	2.60	**1.50 ± 0.10**
3A	n.d.	n.d.	--	1.80	2.90	**2.35 ± 0.55**
3B	n.d.	n.d.	--	1.20	1.25	**1.22 ± 0.02**
3C	n.d.	n.d.	--	0.80	0.90	**0.85 ± 0.05**
4A	1.20	1.50	**130 ± 0.15**	0.20	0.40	**0.30 ± 0.10**
4B	1.35	1.45	**1.40 ± 0.05**	0.50	0.80	**0.65 ± 0.15**
4C	1.50	1.50	**1.50 ± 0.00**	1.10	1.18	**1.15 ± 0.04**
5B	1.40	1.80	**1.63 ± 0.20**	1.10	1.18	**1.15 ± 0.04**
5C	1.00	1.45	**1.28 ± 0.24**	0.60	0.65	**0.62 ± 0.02**
6B	n.d.	n.d.	--	0.90	0.90	**0.90 ± 0.00**
6C	n.d.	n.d.	--	0.65	0.90	**0.75 ± 0.15**
7A	n.d.	n.d.	--	0.80	0.95	**0.85 ± 0.07**
7B	n.d.	n.d.	--	0.95	1.05	**1.00 ± 0.05**
7C	3.90	6.25	**4.90 ± 1.17**	1.20	1.20	**1.20 ± 0.00**
8A	0.20	0.50	**0.35 ± 0.15**	0.30	0.44	**0.40 ± 0.08**
8B	0.70	1.80	**1.33 ± 0.56**	0.70	0.90	**0.80 ± 0.10**
8C	0.90	1.10	**1.00 ± 0.01**	0.60	0.72	**0.67 ± 0.06**
9A	1.50	1.80	**1.60 ± 0.15**	1.40	1.90	**1.60 ± 0.25**
9B	3.30	3.45	**3.35 ± 0.07**	1.20	1.40	**1.28 ± 0.10**
9C	4.10	4.50	**4.30 ± 0.20**	1.25	1.35	**1.30 ± 0.05**
R_{1B}	0.15	0.25	**0.20 ± 0.20**	0.06	0.08	**0.07 ± 0.01**
R_{1C}	0.15	0.20	**0.17 ± 0.02**	0.04	0.06	**0.05 ± 0.01**
R_{2B}	0.50	0.60	**0.55 ± 0.05**	0.25	0.30	**0.27 ± 0.02**
R_{2C}	0.40	0.48	**0.44 ± 0.04**	0.28	0.30	**0.29 ± 0.01**
R_{3B}	12.00	16.00	**14.00 ± 2.00**	2.20	2.50	**2.30 ± 0.15**
R_{3C}	1.40	1.80	**1.60 ± 0.20**	1.50	1.70	**1.60 ± 0.10**
R_{4B}	0.80	0.90	**0.85 ± 0.05**	1.40	1.80	**1.55 ± 0.20**
R_{4C}	0.60	0.70	**0.65 ± 0.05**	0.50	0.80	**0.60 ± 0.15**

n.d. : Aletin hassasiyet düzeyinin altında

Tablo 4a. Sedimanda cıva konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Ocak			Nisan			
	Min.	Max.	**Ortalama**	K.A/Y.A.	Min.	Max.	**Ortalama**
1B	1.63	2.16	**1.89 ± 0.27**	**0.76**	0.15	0.22	**0.20 ± 0.04**
1C	1.52	1.98	**1.76 ± 0.23**	**0.81**	0.19	0.23	**0.21 ± 0.02**
2A	0.011	0.045	**0.032 ± 0.02**	**0.72**	2.57	3.12	**2.84 ± 0.28**
2B	0.073	0.09	**0.082 ± 0.01**	**0.72**	4.54	4.60	**4.56 ± 0.03**
2C	--	--	--	--	--	--	--
3A	0.022	0.056	**0.038 ± 0.02**	**0.78**	0.46	0.75	**0.62 ± 0.14**
3B	--	--	--	--	--	--	--
3C	--	--	--	--	--	--	--
4A	0.045	0.077	**0.06 ± 0.00**	**0.71**	0.25	0.39	**0.33 ± 0.07**
4B	0.028	0.041	**0.035 ± 0.01**	**0.69**	0.27	0.41	**0.34 ± 0.07**
4C	--	--	--	--	--	--	--
5B	0.11	0.29	**0.18 ± 0.09**	**0.68**	9.13	1.36	**10.23 ± 1.12**
5C	0.010	0.052	**0.022 ± 0.03**	**0.76**	7.85	9.17	**8.56 ± 0.67**
6B	0.071	0.093	**0.08 ± 0.01**	**0.70**	0.31	0.53	**0.44 ± 0.11**
6C	--	--	--	--	--	--	--
7A	0.011	0.031	**0.018 ± 0.01**	**0.77**	0.04	0.08	**0.061 ± 0.02**
7B	0.015	0.028	**0.020 ± 0.01**	**0.95**	11.61	12.35	**11.92 ± 0.39**
7C	--	--	--	--	--	--	--
8A	0.019	0.023	**0.021 ± 0.00**	**0.81**	10.76	12.02	**11.58 ± 0.71**
8B	0.012	0.014	**0.013 ± 0.00**	**0.91**	0.57	0.61	**0.59 ± 0.02**
8C	--	--	--	--	--	--	--
9A	--	--	--	--	--	--	--
9B	--	--	--	--	--	--	--
9C	0.36	0.42	**0.39 ± 0.03**	**0.84**	6.23	6.69	**6.44 ± 0.23**
R_{1B}	1.98	2.53	**2.25 ± 0.28**	**0.71**	0.30	0.36	**0.33 ± 0.03**
R_{1C}	1.77	2.11	**1.90 ± 0.18**	**0.85**	0.26	0.31	**0.30 ± 0.03**
R_{2B}	--	--	--	--	--	--	--
R_{2C}	--	--	--	--	--	--	--
R_{3B}	--	--	--	--	--	--	--
R_{3C}	--	--	--	--	--	--	--
R_{4B}	--	--	--	--	--	--	--
R_{4C}	--	--	--	--	--	--	--

K.A/Y.A.: Kuru ağırlığın, yaş ağırlığa oranı

Tablo 4b. Sedimanda cıva konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Eylül				Aralık			
	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
1B	0.72	0.10	0.18	0.14 ± 0.04	0.62	1.15	1.25	1.20 ± 0.05
1C	0.66	0.026	0.028	0.027 ± 0.00	0.71	1.00	1.10	1.05 ± 0.05
2A	0.70	0.50	0.75	0.60 ± 0.13	0.64	2.50	3.80	3.10 ± 0.65
2B	0.79	0.13	0.18	0.15 ± 0.02	0.70	1.50	1.65	1.60 ± 0.09
2C	0.76	0.13	0.16	0.14 ± 0.01	0.64	2.50	2.60	2.55 ± 0.05
3A	0.69	0.10	0.10	0.10 ± 0.00	0.65	0.35	0.45	0.40 ± 0.05
3B	0.61	0.06	0.08	0.07 ± 0.01	--	--	--	--
3C	--	--	--	--	--	--	--	--
4A	0.68	0.08	0.10	0.09 ± 0.01	0.70	0.08	0.08	0.08 ± 0.00
4B	0.74	0.20	0.40	0.30 ± 0.10	0.62	1.20	1.28	1.24 ± 0.04
4C	--	--	--	--	--	--	--	--
5B	0.75	0.10	0.14	0.13 ± 0.02	0.50	0.06	0.075	0.065 ± 0.01
5C	0.66	0.10	0.20	0.15 ± 0.05	0.75	0.04	0.075	0.055 ± 0.02
6B	0.80	0.10	0.12	0.11 ± 0.01	0.63	0.50	0.75	0.60 ± 0.13
6C	0.70	0.05	0.09	0.07 ± 0.02	0.67	--	--	--
7A	0.73	0.06	0.065	0.062 ± 0.00	0.68	0.32	0.50	0.40 ± 0.10
7B	0.82	4.50	4.80	4.65 ± 0.15	0.97	0.15	0.25	0.20 ± 0.05
7C	--	--	--	--	--	--	--	--
8A	0.78	0.10	0.16	0.12 ± 0.03	0.62	n.d.	n.d.	--
8B	--	--	--	--	0.75	0.20	0.20	0.20 ± 0.00
8C	0.96	0.75	0.90	0.80 ± 0.07	--	--	--	--
9A	0.77	4.15	4.50	4.30 ± 0.15	0.53	0.035	0.06	0.045 ± 0.01
9B	0.59	4.30	4.60	4.45 ± 0.15	--	--	--	--
9C	--	--	--	--	--	--	--	--
R_{1B}	0.58	1.40	1.80	1.60 ± 0.20	0.66	1.00	1.05	1.02 ± 0.02
R_{1C}	0.61	1.80	1.80	1.80 ± 0.00	--	--	--	--
R_{2B}	--	--	--	--	--	--	--	--
R_{2C}	--	--	--	--	--	--	--	--
R_{3B}	--	--	--	--	--	--	--	--
R_{3C}	--	--	--	--	--	--	--	--
R_{4B}	--	--	--	--	--	--	--	--
R_{4C}	--	--	--	--	--	--	--	--

n.d. : Aletin hassasiyet düzeyinin altında
K.A/Y.A.: Kuru ağırlığın, yaş ağırlığa oranı

Tablo 5a. Midyelerde cıva konsantrasyonları (ppb, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Ocak			Nisan			
	Min.	Max.	**Ortalama**	K.A/Y.A.	Min.	Max.	**Ortalama**
1B	n.d.	n.d.	--	**0.23**	n.d.	n.d.	--
1C	n.d.	n.d.	--	**0.16**	n.d.	n.d.	--
2A	n.d.	n.d.	--	--	--	--	--
2B	4.2	14.0	**92.0 ± 5.0**	**0.26**	25.0	44.0	**33.0 ± 10.0**
2C	66.0	86.0	**38.0 ± 40.0**	**0.23**	53.0	74.0	**63.0 ± 11.0**
3A	--	--	--	--	--	--	--
3B	360.0	860.0	**550.0 ± 270.0**	**0.23**	440.0	690.0	**560.0 ± 130.0**
3C	140.0	230.0	**180.0 ± 50.0**	**0.22**	170.0	410.0	**310.0 ± 130.0**
4A	--	--	--	--	--	--	--
4B	--	--	--	--	--	--	--
4C	--	--	--	**0.23**	1150.0	1370.0	**1250.0 ± 110.0**
5B	2.0	6.0	**4.0 ± 2.0**	**0.23**	73140.0	77150.0	**75450.0 ±2072.0**
5C	7.0	15.0	**11.0 ± 4.0**	**0.15**	43260.0	61250.0	**53550.0 ±9270.0**
6B	190.0	390.0	**280.0 ± 100.0**	**0.25**	6210.0	6560.0	**6400.0 ± 180.0**
6C	27.0	62.0	**43.0 ± 18.0**	**0.26**	6530.0	6630.0	**6580.0 ± 50.0**
7A	--	--	--	--	--	--	--
7B	n.d.	n.d.	--	**0.27**	9130.0	10810.0	**10140.0 ± 890.0**
7C	n.d.	n.d.	--	**0.16**	6650.0	8210.0	**7730.0 ± 800.0**
8A	--	--	--	--	--	--	--
8B	--	--	--	--	--	--	--
8C	--	--	--	--	--	--	--
9A	--	--	--	--	--	--	--
9B	24.0	47.0	**35.0 ± 12.0**	**0.18**	n.d.	n.d.	--
9C	27.0	33.0	**30.0 ± 3.0**	**0.21**	n.d.	n.d.	--
R_{1B}	n.d.	n.d.	--	**0.20**	n.d.	n.d.	--
R_{1C}	n.d.	n.d.	--	**0.19**	n.d.	n.d.	--
R_{2B}	1.2	11.0	**6.4 ± 5.0**	**0.21**	n.d.	n.d.	--
R_{2C}	11.0	17.0	**14.0 ± 3.0**	**0.37**	n.d.	n.d.	--
R_{3B}	n.d.	n.d.	--	**0.15**	n.d.	n.d.	--
R_{3C}	n.d.	n.d.	--	**0.19**	n.d.	n.d.	--
R_{4B}	21.0	33.0	**27.0 ± 6.0**	**0.22**	n.d.	n.d.	--
R_{4C}	15.0	35.0	**23.0 ± 11.0**	**0.48**	n.d.	n.d.	--

n.d. : Aletin hassasiyet düzeyinin altında
K.A/Y.A.: Kuru ağırlığın, yaş ağırlığa oranı

Tablo 5b. Midyelerde cıva konsantrasyonları (ppb, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Eylül				Aralık			
	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
1B	0.16	n.d.	n.d.	--	0.13	n.d.	n.d.	--
1C	0.16	n.d.	n.d.	--	0.16	n.d.	n.d.	--
2A	--	--	--	--	--	--	--	--
2B	0.16	30.0	90.0	60.0 ± 30.0	0.13	200.0	400.0	300.0 ± 100.0
2C	0.20	35.0	65.0	50.0 ± 10.0	0.13	100.0	300.0	200.0 ± 100.0
3A	--	--	--	--	--	--	--	--
3B	0.14	n.d.	n.d.	--	0.22	300.0	500.0	400.0 ± 100.0
3C	0.21	n.d.	n.d.	--	0.22	180.0	180.0	80.0 ± 00.0
4A	--	--	--	--	--	--	--	--
4B	--	--	--	--	--	--	--	--
4C	--	--	--	--	--	--	--	--
5B	0.18	n.d.	n.d.	--	0.12	n.d.	n.d.	--
5C	0.16	n.d.	n.d.	--	0.13	n.d.	n.d.	--
6B	0.13	n.d.	n.d.	--	0.16	250.0	350.0	300.0 ± 50.0
6C	0.21	n.d.	n.d.	--	0.14	200.0	220.0	210.0 ± 10.0
7A	--	--	--	--	--	--	--	--
7B	0.18	n.d.	n.d.	--	0.16	n.d.	n.d.	--
7C	0.11	n.d.	n.d.	--	0.14	n.d.	n.d.	--
8A	--	--	--	--	--	--	--	--
8B	--	--	--	--	--	--	--	--
8C	--	--	--	--	--	--	--	--
9A	--	--	--	--	--	--	--	--
9B	0.25	4.0	50.0	45.0 ± 5.0	0.16	n.d.	n.d.	--
9C	0.24	15.0	25.0	20.0 ± 5.0	0.15	n.d.	n.d.	--
R_{1B}	0.17	n.d.	n.d.	--	0.13	n.d.	n.d.	--
R_{1C}	0.17	n.d.	n.d.	--	0.16	n.d.	n.d.	--
R_{2B}	0.19	n.d.	n.d.	--	0.13	n.d.	n.d.	--
R_{2C}	0.17	n.d.	n.d.	--	0.15	n.d.	n.d.	--
R_{3B}	0.18	n.d.	n.d.	--	0.14	n.d.	n.d.	--
R_{3C}	0.17	n.d.	n.d.	--	0.20	n.d.	n.d.	--
R_{4B}	0.21	n.d.	n.d.	--	0.23	20.0	40.0	28.0 ± 10.0
R_{4C}	0.49	n.d.	n.d.	--	0.36	10.0	12.0	11.0 ± 1.0

n.d. : Aletin hassasiyet düzeyinin altında
K.A/Y.A.: Kuru ağırlığın, yaş ağırlığa oranı

Tablo 6a. Makroalglerde cıva konsantrasyonları (ppb, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Ocak			Nisan			
	Min.	Max.	**Ortalama**	K.A/Y.A.	Min.	Max.	**Ortalama**
1B	6.5	7.1	**6.8 ± 2.0**	**0.19**	10.0	41.0	**24.0 ± 16.0**
1C	36.0	86.0	**65.0 ± 30.0**	**0.19**	12.0	31.0	**22.0 ± 9.8.0**
2A	--	--	--	--	--	--	--
2B	25.0	51.0	**35.0 ± 20.0**	**0.82**	20.0	99.0	**50.0 ± 43.0**
2C	22.0	36.0	**29.0 ± 7.0**	**0.04**	24.0	44.0	**33.0 ± 10.0**
3A	--	--	--	--	--	--	--
3B	23.0	41.0	**31.0 ± 9.0**	**0.26**	15.0	72.0	**46.0 ± 28.0**
3C	18.0	23.0	**20.0 ± 3.0**	**0.23**	24.0	47.0	**32.0 ± 13.0**
4A	13.0	72.0	**40.0 ± 30.0**	**0.21**	350.0	570.0	**440.0 ± 110.0**
4B	--	--	--	--	--	--	--
4C	4.0	13.0	**9.0 ± 5.0**	**0.20**	250.0	310.0	**280.0 ± 30.0**
5B	1.1	3.5	**2.4 ± 1.0**	**0.08**	20.0	25.0	**23.0 ± 25.0**
5C	1.1	37.0	**24.0 ± 13.0**	**0.07**	27.0	79.0	**49.0 ± 27.0**
6B	2.9	3.8	**3.4 ± 0.4**	**0.19**	81.0	90.0	**84.0 ± 5.0**
6C	14.0	38.0	**24.0 ± 12.0**	**0.18**	121.0	950.0	**390.0 ± 480.0**
7A	--	--	--	--	--	--	--
7B	2.8	3.5	**3.2 ± 0.4**	**0.28**	130.0	220.0	**180.0 ± 45.0**
7C	n.d.	n.d.	--	**0.29**	110.0	190.0	**150.0 ± 40.0**
8A	35.0	73.0	**51.0 ± 20**	**0.06**	510.0	580.0	**540.0 ± 36.0**
8B	1.4	3.1	**2.4 ± 0.9**	**0.20**	23.0	40.0	**29.0 ± 9.0**
8C	2.8	5.3	**3.8 ± 1.0**	**0.40**	43.0	66.0	**56.0 ± 12.0**
9A	41.0	88.0	**67.0 ± 24.0**	**0.76**	330.0	430.0	**380.0 ± 50.0**
9B	11.0	16.0	**14.0 ± 3.0**	**0.69**	650.0	770.0	**720.0 ± 60.0**
9C	33.0	71.0	**57.0 ± 21.0**	**0.22**	38.0	51.0	**44.0 ± 7.0**
R_{1B}	11.0	18.0	**14.0 ± 4.0**	**0.07**	31.0	51.0	**39.0 ± 5.0**
R_{1C}	19.0	70.0	**34.0 ± 30.0**	**0.18**	15.0	24.0	**19.0 ± 5.0**
R_{2B}	n.d.	n.d.	--	**0.23**	10.0	19.0	**16.0 ± 4.0**
R_{2C}	27.0	85.0	**51.0 ± 30.0**	**0.18**	34.0	92.0	**33.0 ± 29.0**
R_{3B}	1.7	5.4	**3.0 ± 2.0**	**0.20**	6680.0	7760.0	**7080.0 ± 590.0**
R_{3C}	13.0	17.0	**15.0 ± 2.0**	**0.15**	970.0	1330.0	**1179.0 ± 180.0**
R_{4B}	17.0	36.0	**25.0 ± 10.0**	**0.75**	1140.0	1370.0	**1240.0 ± 120.0**
R_{4C}	11.0	23.0	**16.0 ± 6.0**	**0.24**	1340.0	1420.0	**1380.0 ± 40.0**

n.d. : Aletin hassasiyet düzeyinin altında

K.A/Y.A.: Kuru ağırlığın, yaş ağırlığa oranı

Tablo 6b. Makroalglerde cıva konsantrasyonları (ppb, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Eylül				Aralık			
	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
1B	0.13	15.0	30.0	44.0 ± 30.0	0.21	20.0	40.0	28.0 ± 10.0
1C	0.21	18.0	40.0	26.0 ± 10.0	0.16	20.0	30.0	25.0 ± 5.0
2A	--	--	--	--	--	--	--	--
2B	0.21	n.d.	n.d.	--	--	--	--	--
2C	0.15	20.0	90.0	55.0 ± 30.0	--	--	--	--
3A	--	--	--	--	--	--	--	--
3B	0.14	18.0	36.0	24.0 ± 9.0	0.29	20.0	50.0	30.0 ± 10.0
3C	0.15	18.0	23.0	20.0 ± 2.0	0.24	20.0	20.0	20.0 ± 0.0
4A	0.29	30.0	50.0	40.0 ± 10.0	0.18	15.0	25.0	20.0 ± 5.0
4B	--	--	--	--	--	--	--	--
4C	0.28	100.0	150.0	120.0 ± 20.0	0.19	8.0	10.0	9.0 ± 1.0
5B	0.17	50.0	95.0	70.0 ± 20.0	0.35	n.d.	n.d.	--
5C	0.18	20.0	80.0	45.0 ± 30.0	0.28	n.d.	n.d.	--
6B	0.14	30.0	90.0	55.0 ± 30.0	0.18	--	--	--
6C	0.13	40.0	90.0	40.0 ± 90.0	--	--	--	--
7A	--	--	--	--	--	--	--	--
7B	0.21	n.d.	n.d.	--	0.15	n.d.	n.d.	--
7C	0.11	n.d	n.d	--	0.16	n.d.	3100.0	?
8A	--	15.0	20.0	17.0 ± 2.0	--	--	--	--
8B	0.12	25.0	38.0	30.0 ± 6.0	0.17	n.d.	n.d.	--
8C	0.10	20.0	40.0	28.0 ± 10.0	0.16	n.d.	n.d.	--
9A	0.58	400.0	600.0	500.0 ± 100.0	0.75	n.d.	n.d.	--
9B	0.71	20.0	40.0	30.0 ± 10.0	0.11	n.d.	n.d.	--
9C	0.58	30.0	30.0	30.0 ± 0.0	0.48	n.d.	n.d.	--
R_{1B}	0.25	n.d	n.d	--	0.21	10.0	10.0	10.0 ± 0.0
R_{1C}	0.16	n.d	n.d	--	0.24	20.0	50.0	30.0 ± 10.0
R_{2B}	0.21	10.0	30.0	22.0 ± 10.0	0.31	20.0	40.0	30.0 ± 10.0
R_{2C}	0.16	40.0	90.0	58.0 ± 20.0	0.32	20.0	30.0	20.0 ± 5.0
R_{3B}	0.22	150.0	300.0	200.0 ± 70.0	0.16	15.0	20.0	18.0 ± 2.0
R_{3C}	0.11	200.0	280.0	240.0 ± 40.0	0.16	10.0	10.0	10.0 ± 0.0
R_{4B}	0.85	20.0	30.0	25.0 ± 5.0	0.85	16.0	20.0	18.0 ± 2.0
R_{4C}	0.20	10.0	18.0	14.0 ± 4.0	0.31	10.0	20.0	15.0 ± 5.0

n.d. : Aletin hassasiyet düzeyinin altında
K.A/Y.A.: Kuru ağırlığın, yaş ağırlığa oranı

Tablo 7a. Toplam askı yükte bakır konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Ocak			Nisan		
	Min.	Max.	**Ortalama**	Min.	Max.	**Ortalama**
1B	31.25	39.20	**35.40 ± 3.90**	13.00	18.75	**15.65 ± 2.90**
1C	11.60	13.50	**11.95 ± 1.38**	6.30	7.70	**7.16 ± 0.75**
2A	280.00	288.00	**282.0 ± 4.60**	276.00	289.00	**283.0 ± 6.50**
2B	2037.00	2160.00	**2080.0 ± 70.0**	354.00	435.00	**394.0 ± 40.0**
2C	390.00	396.00	**394.0 ± 3.46**	335.00	416.00	**376.0 ± 40.0**
3A	97.50	111.00	**103.6 ± 7.02**	13.50	16.60	**14.90 ± 1.55**
3B	30.00	45.00	**38.30 ± 7.60**	16.30	21.00	**18.40 ± 2.40**
3C	21.40	26.00	**21.10 ± 2.40**	16.60	22.60	**19.10 ± 3.10**
4A	27.20	52.50	**36.70 ±13.8**	23.13	27.08	**25.46 ± 2.07**
4B	20.00	30.35	**25.45 ± 5.20**	17.86	20.15	**19.15 ± 1.17**
4C	42.85	43.75	**43.20 ± 0.45**	41.14	44.15	**42.64 ± 1.50**
5B	25.00	33.75	**30.25 ± 4.60**	22.50	35.00	**30.40 ± 6.80**
5C	20.00	31.90	**24.50 ± 6.45**	9.50	11.25	**10.25 ± 0.90**
6B	91.25	131.25	**105.2 ± 22.6**	14.60	17.50	**15.70 ± 1.55**
6C	12.10	16.13	**14.65 ± 1.98**	14.10	19.60	**16.30 ± 2.90**
7A	27.50	56.60	**34.30 ± 6.10**	18.50	22.50	**20.16 ± 2.08**
7B	17.80	25.00	**22.20 ± 3.80**	18.30	23.10	**20.05 ± 2.65**
7C	13.00	24.30	**17.96 ± 5.77**	29.60	34.50	**31.40 ± 2.70**
8A	21.25	23.00	**22.25 ± 0.90**	16.00	20.25	**18.40 ± 2.17**
8B	8.30	9.20	**8.80 ± 0.45**	21.90	26.40	**23.60 ± 2.44**
8C	13.10	16.70	**15.20 ± 1.90**	31.90	33.00	**32.90 ± 1.00**
9A	26.00	26.36	**26.17 ± 0.18**	41.44	42.07	**41.76 ± 0.32**
9B	22.13	23.07	**22.56 ± 0.47**	39.12	40.11	**39.62 ± 0.50**
9C	18.76	19.23	**19.03 ± 0.24**	33.14	35.17	**34.17 ± 1.02**
R_{1B}	33.90	51.65	**43.11 ± 8.80**	37.13	47.21	**42.50 ± 5.07**
R_{1C}	25.00	30.50	**27.80 ± 2.75**	5.00	8.50	**7.03 ± 1.80**
R_{2B}	12.50	14.00	**13.00 ± 0.86**	8.75	9.00	**8.80 ± 0.14**
R_{2C}	20.00	27.50	**22.90 ± 4.00**	5.80	8.00	**6.98 ± 1.10**
R_{3B}	15.00	17.50	**15.80 ± 1.44**	17.81	19.20	**17.85 ± 1.28**
R_{3C}	30.50	40.50	**34.39 ± 5.40**	31.41	34.26	**32.60 ± 1.48**
R_{4B}	21.13	26.71	**23.61 ± 2.80**	34.70	35.13	**34.88 ± 0.20**
R_{4C}	19.21	23.42	**20.90 ± 2.23**	28.63	29.83	**29.22 ± 0.60**

Tablo 7b. Toplam askı yükte bakır konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Eylül			Aralık		
	Min.	Max.	**Ortalama**	Min	Max.	**Ortalama**
1B	1.00	2.80	**2.10 ± 0.98**	40.00	60.00	**51.00 ± 10.0**
1C	2.50	3.75	**3.25 ± 0.60**	40.00	90.00	**60.00 ± 26.0**
2A	340.00	580.00	**478.0 ± 124.0**	1060.00	1390.00	**1216.0 ± 165.0**
2B	31.00	52.00	**40.00 ± 10.0**	450.00	920.00	**685.0 ± 235.0**
2C	50.00	70.00	**58.00 ± 10.0**	280.00	320.00	**296.0 ± 20.0**
3A	10.00	17.00	**12.00 ± 4.00**	20.00	24.00	**21.00 ± 2.08**
3B	10.00	15.00	**12.00 ± 2.65**	14.00	18.00	**16.00 ± 2.08**
3C	3.80	6.80	**4.80 ± 1.70**	15.00	16.00	**15.50 ± 0.50**
4A	13.00	15.00	**14.00 ± 1.00**	18.00	19.00	**18.00 ± 0.50**
4B	12.00	13.00	**12.00 ± 0.60**	18.00	19.00	**18.00 ± 0.60**
4C	35.00	37.00	**35.00 ± 15.0**	32.00	34.00	**33.00 ± 1.00**
5B	20.00	26.00	**23.00 ± 3.00**	20.00	25.00	**22.00 ± 2.50**
5C	3.00	9.00	**5.60 ± 3.50**	32.00	45.00	**39.00 ± 6.00**
6B	13.00	20.00	**15.00 ± 3.80**	32.00	38.00	**35.00 ± 3.00**
6C	19.00	22.00	**20.00 ± 1.50**	30.00	65.00	**45.00 ± 18.0**
7A	6.70	10.00	**8.55 ± 1.85**	n.d.	n.d.	--
7B	14.00	25.00	**24.00 ± 9.50**	12.00	20.00	**17.50 ± 4.50**
7C	44.00	64.00	**57.00 ± 11.0**	17.00	20.00	**18.00 ± 1.50**
8A	5.80	10.00	**7.75 ± 2.10**	15.00	18.00	**16.50 ± 1.50**
8B	6.40	12.00	**9.20 ± 3.00**	18.00	30.00	**23.00 ± 6.20**
8C	12.00	23.00	**18.00 ± 6.00**	12.00	14.00	**12.50 ± 1.15**
9A	26.00	29.00	**27.00 ± 1.50**	n.d.	n.d.	--
9B	30.00	35.00	**32.00 ± 2.50**	10.00	15.00	**11.50 ± 2.80**
9C	16.00	18.00	**17.00 ± 1.00**	28.00	32.00	**30.00 ± 2.00**
R_{1B}	1.20	1.55	**1.35 ± 0.20**	19.00	28.00	**23.00 ± 4.50**
R_{1C}	2.50	4.10	**3.55 ± 0.90**	760.00	985.00	**840.0 ± 125.0**
R_{2B}	8.50	9.20	**8.80 ± 0.35**	12.00	14.00	**12.00 ± 1.15**
R_{2C}	1.30	3.70	**2.15 ± 1.30**	45.00	65.00	**54.00 ± 10.0**
R_{3B}	11.00	11.00	**11.00 ± 0.00**	14.00	16.00	**14.00 ± 1.15**
R_{3C}	15.00	16.00	**15.00 ± 0.60**	18.00	18.00	**18.00 ± 0.00**
R_{4B}	22.00	24.00	**22.00 ± 1.15**	23.00	25.00	**24.00 ± 1.00**
R_{4C}	24.00	24.00	**24.00 ± 0.00**	16.00	18.00	**16.00 ± 1.15**

n.d. : Aletin hassasiyet düzeyinin altında

Tablo 8a. Sedimanda bakır konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Ocak			Nisan			
	Min.	Max.	**Ortalama**	K.A/Y.A.	Min.	Max.	**Ortalama**
1B	4.98	6.13	**5.62 ± 0.59**	**0.76**	5.30	6.20	**5.60 ± 0.50**
1C	5.84	6.98	**6.31 ± 0.59**	**0.81**	5.30	7.00	**6.36 ± 0.93**
2A	13.70	16.10	**14.55 ± 1.35**	**0.72**	19.60	26.70	**24.23 ± 4.00**
2B	20.55	24.40	**22.18 ± 2.00**	**0.72**	23.15	26.70	**25.40 ± 1.96**
2C	--	--	--	--	--	--	--
3A	3.98	4.21	**4.11 ± 0.11**	**0.78**	17.20	19.10	**17.86 ±1.07**
3B	--	--	--	--	--	--	--
3C	--	--	--	--	--	--	--
4A	17.60	18.55	**18.20 ± 0.53**	**0.71**	15.13	18.11	**16.67 ± 1.49**
4B	22.50	23.40	**23.06 ± 0.50**	**0.69**	19.14	22.98	**21.11 ± 1.92**
4C	--	--	--	--	--	--	--
5B	20.90	23.10	**22.00 ± 1.10**	**0.68**	18.76	19.02	**18.90 ± 0.13**
5C	5.90	6.25	**6.00 ± 0.20**	**0.76**	7.01	7.61	**7.29 ± 0.30**
6B	15.70	16.93	**16.25 ± 0.63**	**0.70**	16.80	18.10	**17.30 ± 0.70**
6C	--	--	--	--	--	--	--
7A	3.88	6.45	**4.80 ± 1.40**	**0.77**	15.80	17.20	**16.60 ± 0.72**
7B	13.20	13.60	**13.30 ± 0.20**	**0.95**	14.10	15.07	**14.69 ± 0.52**
7C	--	--	--	--	--	--	--
8A	16.55	21.65	**18.65 ± 2.66**	**0.81**	14.11	21.18	**19.42 ± 3.46**
8B	14.30	17.30	**15.75 ± 1.50**	**0.91**	12.40	14.60	**13.80 ± 1.23**
8C	--	--	--	--	--	--	--
9A	--	--	--	--	--	--	--
9B	--	--	--	--	--	--	--
9C	6.73	7.11	**6.89 ± 0.20**	**0.84**	11.21	12.28	**11.82 ± 0.55**
R_{1B}	7.74	8.01	**7.89 ± 0.14**	**0.71**	7.30	7.90	**7.70 ± 0.34**
R_{1C}	7.78	8.11	**7.91 ± 0.18**	**0.85**	6.70	7.50	**7.10 ± 0.40**
R_{2B}	--	--	--	--	--	--	--
R_{2C}	--	--	--	--	--	--	--
R_{3B}	--	--	--	--	--	--	--
R_{3C}	--	--	--	--	--	--	--
R_{4B}	--	--	--	--	--	--	--
R_{4C}	--	--	--	--	--	--	--

K.A/Y.A.: Kuru ağırlığın, yaş ağırlığa oranı

Tablo 8b. Sedimanda bakır konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-	Eylül				Aralık			
yonlar	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
1B	0.72	8.00	13.00	11.00 ± 2.60	0.62	6.90	7.20	7.05 ± 0.15
1C	0.66	8.00	11.00	9.00 ± 1.50	0.71	4.50	6.70	5.30 ± 1.20
2A	0.70	476.00	500.00	488.0 ± 12.0	0.64	1780.00	1820.00	1803.0 ± 20.0
2B	0.79	90.00	105.00	97.00 ± 7.50	0.70	1630.00	1650.00	1640.0 ± 10.0
2C	0.76	110.00	154.00	133.0 ± 22.0	0.64	1620.00	1650.00	1636.0 ± 15.0
3A	0.69	14.00	19.00	16.00 ± 2.60	0.65	14.00	18.00	15.00 ± 2.08
3B	0.61	13.00	16.00	14.00 ± 2.00	--	--	--	--
3C	--	--	--	--	--	--	--	--
4A	0.68	14.00	18.00	15.00 ± 2.00	0.70	17.00	18.00	17.00 ± 0.60
4B	0.74	16.00	16.00	16.00 ± 0.00	0.62	24.00	26.00	25.00 ± 0.60
4C	--	--	--	--	--	--	--	--
5B	0.75	17.00	20.00	18.00 ± 1.50	0.50	16.00	19.00	17.00 ± 1.50
5C	0.66	20.00	24.00	22.00 ± 2.00	0.75	15.80	16.40	16.00 ± 0.25
6B	0.80	22.00	30.00	25.00 ± 4.00	0.63	15.00	17.00	16.00 ± 1.00
6C	0.70	21.00	30.00	25.00 ± 4.50	0.67	11.80	14.80	12.80 ± 1.67
7A	0.73	14.00	19.00	16.00 ± 2.50	0.68	15.00	17.00	16.00 ± 1.00
7B	0.82	13.00	13.00	13.00 ± 0.00	0.97	15.00	17.00	15.00 ± 1.15
7C	--	--	--	--	--	--	--	--
8A	0.78	16.00	22.00	20.00 ± 3.40	0.62	13.00	17.00	14.5 ± 2.30
8B	--	--	--	--	0.75	14.00	17.00	23.00 ± 6.20
8C	0.96	10.00	14.00	12.00 ± 2.00	--	--	--	--
9A	0.77	22.00	23.00	22.00 ± 0.50	0.53	6.45	7.90	6.95 ± 0.80
9B	0.59	20.00	21.00	20.00 ± 0.60	--	--	--	--
9C	--	--	--	--	--	--	--	--
R_{1B}	0.58	6.75	8.00	7.50 ± 1.15	0.66	6.60	7.80	7.10 ± 0.60
R_{1C}	0.61	7.20	7.80	7.40 ± 0.30	--	--	--	--
R_{2B}	--	--	--	--	--	--	--	--
R_{2C}	--	--	--	--	--	--	--	--
R_{3B}	--	--	--	--	--	--	--	--
R_{3C}	--	--	--	--	--	--	--	--
R_{4B}	--	--	--	--	--	--	--	--
R_{4C}	--	--	--	--	--	--	--	--

K.A/Y.A.: Kuru ağırlığın, yaş ağırlığa oranı

Tablo 9a. Midyelerde bakır konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Ocak			Nisan			
	Min.	Max.	Ortalama	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
1B	0.79	1.21	0.95 ± 0.23	0.23	0.83	1.13	0.97 ± 0.15
1C	0.58	0.67	0.63 ± 0.05	0.16	0.55	0.67	0.60 ± 0.06
2A	--	--	--	--	--	--	--
2B	6.30	7.20	6.68 ± 0.46	0.26	22.80	30.95	25.88 ± 4.42
2C	6.62	8.80	7.84 ± 1.11	0.23	10.67	12.40	11.65 ± 0.90
3A	--	--	--	--	--	--	--
3B	3.12	3.85	3.45 ± 0.37	0.23	2.62	3.41	2.94 ± 0.41
3C	1.48	1.89	1.71 ± 0.21	0.22	1.45	1.80	1.63 ± 0.17
4A	--	--	--	--	--	--	--
4B	--	--	--	--	--	--	--
4C	1.11	1.67	1.43 ± 0.29	0.23	1.03	1.64	1.25 ± 0.33
5B	0.90	1.80	1.30 ± 0.45	0.23	0.70	0.97	0.85 ± 0.13
5C	0.45	0.63	0.56 ± 0.10	0.10	0.38	0.71	0.52 ± 0.17
6B	0.65	0.80	0.74 ± 0.08	0.25	0.72	0.78	0.75 ± 0.03
6C	0.64	0.66	0.65 ± 0.01	0.26	0.68	0.81	0.74 ± 0.07
7A	--	--	--	--	--	--	--
7B	1.76	2.59	2.16 ± 0.42	0.27	3.40	3.80	3.80 ± 0.40
7C	2.77	4.96	3.80 ± 1.10	0.16	3.50	5.70	4.46 ± 1.12
8A	--	--	--	--	--	--	--
8B	--	--	--	--	--	--	--
8C	--	--	--	--	--	--	--
9A	--	--	--	--	--	--	--
9B	0.62	0.76	0.70 ± 0.07	0.18	0.53	0.88	0.69 ± 0.18
9C	0.42	0.67	0.57 ± 0.13	0.21	0.39	0.51	0.45 ± 0.06
R_{1B}	1.55	1.75	1.63 ± 0.10	0.20	1.10	1.76	1.53 ± 0.37
R_{1C}	1.35	1.85	1.56 ± 0.25	0.19	1.77	2.73	2.28 ± 0.48
R_{2B}	1.03	1.08	1.05 ± 0.02	0.20	0.34	0.70	0.54 ± 0.18
R_{2C}	1.10	1.40	1.21 ± 0.16	0.37	1.37	1.87	1.56 ± 0.27
R_{3B}	2.44	2.63	2.55 ± 0.10	0.15	2.61	2.82	2.72 ± 0.11
R_{3C}	1.14	1.21	1.21 ± 0.07	0.19	1.16	1.32	1.24 ± 0.08
R_{4B}	0.51	0.61	0.56 ± 0.05	0.22	0.37	0.43	0.39 ± 0.03
R_{4C}	0.38	0.47	0.42 ± 0.05	0.48	0.21	0.32	0.27 ± 0.06

K.A/Y.A.: Kuru ağırlığın, yaş ağırlığa oranı

Tablo 9b. Midyelerde bakır konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Eylül				Aralık			
	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
1B	0.16	0.20	0.60	0.36 ± 0.20	0.13	1.00	1.40	1.20 ± 0.20
1C	0.16	0.45	0.95	0.60 ± 0.28	0.16	0.45	0.75	0.65 ± 0.15
2A	--	--	--	--	--	--	--	--
2B	0.16	2.35	4.8	3.45 ± 1.25	0.13	1.10	1.55	1.33 ± 0.22
2C	0.2	1.50	1.90	1.70 ± 0.20	0.13	1.80	2.40	2.03 ± 0.32
3A	--	--	--	--	--	--	--	--
3B	0.14	0.20	1.00	0.58 ± 0.40	0.22	1.50	2.80	1.95 ± 0.70
3C	0.21	0.45	1.20	0.70 ± 0.40	0.22	1.40	1.40	1.40 ± 0.00
4A	--	--	--	--	--	--	--	--
4B	--	--	--	--	--	--	--	--
4C	--	--	--	--	--	--	--	--
5B	0.18	0.45	1.25	0.90 ± 0.40	0.12	1.00	1.40	1.20 ± 0.20
5C	0.16	0.20	0.55	0.40 ± 0.18	0.13	1.00	2.25	1.50 ± 0.65
6B	0.13	0.50	0.80	0.70 ± 0.15	0.16	0.75	1.45	1.15 ± 0.35
6C	0.21	0.30	0.70	0.45 ± 0.20	0.14	0.55	0.90	0.68 ± 0.18
7A	--	--	--	--	--	--	--	--
7B	0.18	0.30	0.85	0.53 ± 0.28	0.16	1.15	1.65	1.38 ± 0.25
7C	0.11	0.25	0.35	0.30 ± 0.05	0.14	0.35	0.80	0.65 ± 0.25
8A	--	--	--	--	--	--	--	--
8B	--	--	--	--	--	--	--	--
8C	--	--	--	--	--	--	--	--
9A	--	--	--	--	--	--	--	--
9B	0.25	0.60	0.65	0.62 ± 0.02	0.16	1.90	3.20	2.35 ± 0.75
9C	0.24	0.80	0.90	0.85 ± 0.05	0.15	0.80	1.90	1.20 ± 0.60
R_{1B}	0.17	0.60	1.10	0.78 ± 0.28	0.12	0.50	0.65	0.55 ± 0.08
R_{1C}	0.17	0.45	1.10	0.75 ± 0.32	0.16	1.30	1.60	1.45 ± 0.15
R_{2B}	0.19	0.65	0.95	0.75 ± 0.15	0.13	0.70	0.90	0.80 ± 0.10
R_{2C}	0.17	0.20	0.95	0.65 ± 0.40	0.15	0.50	0.60	0.55 ± 0.05
R_{3B}	0.18	2.10	2.40	2.20 ± 0.15	0.14	1.50	2.20	1.80 ± 0.35
R_{3C}	0.17	1.70	1.95	1.80 ± 0.10	0.20	1.45	1.85	1.60 ± 0.20
R_{4B}	0.21	0.60	0.70	0.65 ± 0.05	0.23	0.45	0.60	0.50 ± 0.07
R_{4C}	0.49	0.45	0.55	0.50 ± 0.05	0.36	0.26	0.28	0.26 ± 0.01

n.d. : Aletin hassasiyet düzeyinin altında

Tablo 10a. Makroalglerde bakır konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Ocak			Nisan			
	Min.	Max.	**Ortalama**	K.A/Y.A.	Min.	Max.	**Ortalama**
1B	0.77	1.27	**0.99 ± 0.25**	**0.19**	1.03	1.20	**1.09 ± 0.08**
1C	0.75	0.99	**0.86 ± 0.12**	**0.19**	0.84	1.05	**0.96 ± 0.11**
2A	--	--	--	--	--	--	--
2B	6.30	7.20	**6.68 ± 0.46**	**0.82**	2.50	3.37	**2.94 ± 0.43**
2C	6.62	8.80	**7.84 ± 1.11**	**0.30**	2.87	5.02	**3.79 ± 1.10**
3A	--	--	--	--	--	--	--
3B	1.12	1.63	**1.37 ± 0.26**	**0.26**	0.90	1.17	**1.00 ± 0.14**
3C	0.43	1.07	**0.79 ± 0.33**	**0.23**	0.63	1.13	**0.85 ± 0.25**
4A	0.98	1.43	**1.22 ± 0.23**	**0.21**	1.36	2.06	**1.65 ± 0.37**
4B	--	--	--	--	--	--	--
4C	1.32	1.52	**1.43 ± 0.10**	**0.21**	1.21	1.83	**1.44 ± 0.30**
5B	0.67	0.76	**0.72 ± 0.04**	**0.60**	0.26	0.60	**0.48 ± 0.19**
5C	1.23	1.39	**1.30 ± 0.08**	**0.08**	0.99	1.17	**1.08 ± 0.09**
6B	1.25	1.45	**1.36 ± 0.10**	**0.18**	1.37	2.81	**1.88 ± 0.80**
6C	0.97	1.88	**1.40 ± 0.46**	**0.18**	1.77	2.50	**2.06 ± 0.38**
7A	--	--	--	--	--	--	--
7B	0.62	0.70	**0.65 ± 0.04**	**0.28**	0.40	0.53	**0.46 ± 0.06**
7C	0.47	0.94	**0.68 ± 0.24**	**0.29**	0.50	0.67	**0.57 ± 0.08**
8A	1.38	1.51	**1.44 ± 0.07**	**0.06**	1.53	1.62	**1.57 ± 0.04**
8B	1.27	1.72	**1.43 ± 0.25**	**0.20**	0.51	1.40	**1.07 ± 0.50**
8C	1.10	1.60	**1.30 ± 0.26**	**0.40**	1.14	2.22	**1.77 ± 0.56**
9A	1.12	1.43	**1.25 ± 0.16**	**0.76**	0.98	1.95	**1.40 ± 0.50**
9B	1.21	1.49	**1.36 ± 0.14**	**0.70**	1.46	2.53	**2.05 ± 0.54**
9C	0.97	1.18	**1.07 ± 0.11**	**0.22**	0.85	1.46	**1.14 ± 0.31**
R_{1B}	0.20	0.42	**0.32 ± 0.11**	**0.07**	1.77	1.87	**1.83 ± 0.05**
R_{1C}	0.98	1.23	**1.12 ± 0.13**	**0.18**	1.20	1.55	**1.35 ± 0.17**
R_{2B}	0.20	0.54	**0.32 ± 0.18**	**0.23**	0.54	0.64	**0.58 ± 0.05**
R_{2C}	0.73	1.13	**0.94 ± 0.20**	**0.18**	0.61	1.83	**1.19 ± 0.61**
R_{3B}	0.16	0.22	**0.18 ± 0.04**	**0.20**	0.42	0.59	**0.53 ± 0.09**
R_{3C}	0.11	0.2	**0.15 ± 0.04**	**0.15**	0.21	0.36	**0.28 ± 0.08**
R_{4B}	0.07	0.15	**0.11 ± 0.04**	**0.75**	0.13	0.17	**0.15 ± 0.08**
R_{4C}	0.02	0.13	**0.09 ± 0.06**	**0.24**	0.11	0.18	**0.15 ± 0.04**

K.A/Y.A.: Kuru ağırlığın, yaş ağırlığa oranı

Tablo 10b. Makroalglerde bakır konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Eylül				Aralık			
	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
1B	0.13	2.60	4.60	3.90 ± 1.15	0.21	0.10	0.12	0.10 ± 0.01
1C	0.21	1.20	2.60	1.68 ± 0.80	0.16	0.35	0.65	0.50 ± 0.15
2A	--	--	--	--	--	--	--	--
2B	0.21	2.10	4.40	3.15 ± 1.15	0.31	12.00	12.00	12.00 ± 0.00
2C	0.15	1.05	1.72	1.34 ± 0.34	0.22	11.00	13.00	12.00 ± 0.65
3A	--	--	--	--	--	--	--	--
3B	0.14	0.5	1.00	0.78 ± 0.25	0.29	0.70	0.80	0.75 ± 0.05
3C	0.15	1.10	1.25	1.17 ± 0.07	0.24	0.75	0.75	0.75 ± 0.00
4A	0.29	1.20	1.50	1.30 ± 0.15	0.18	1.10	1.12	1.10 ± 0.01
4B	--	--	--	--	--	--	--	--
4C	0.28	1.50	1.80	1.60 ± 0.15	0.19	1.50	1.90	1.65 ± 0.20
5B	0.17	1.95	3.45	2.55 ± 0.78	0.35	1.30	2.80	2.25 ± 0.85
5C	0.18	1.90	2.25	2.07 ± 0.17	0.28	0.55	1.25	0.95 ± 0.35
6B	0.14	1.50	4.50	2.65 ± 1.60	0.17	1.50	1.95	1.75 ± 0.20
6C	0.13	1.90	2.25	2.05 ± 0.18	0.15	0.60	0.70	0.65 ± 0.05
7A	--	--	--	--	--	--	--	--
7B	0.21	0.95	2.30	1.70 ± 0.70	0.15	1.60	2.80	2.05 ± 0.65
7C	0.11	3.40	4.00	3.70 ± 0.30	0.16	1.50	1.70	1.60 ± 0.10
8A	--	1.25	1.50	1.35 ± 0.15	--	--	--	--
8B	0.12	1.25	1.64	1.42 ± 0.20	0.17	1.55	4.70	3.05 ± 1.55
8C	0.10	0.95	1.25	1.14 ± 0.15	0.16	2.50	4.70	3.80 ± 1.15
9A	0.58	1.20	1.25	1.22 ± 0.02	0.75	1.00	1.20	1.10 ± 0.15
9B	0.71	1.40	2.20	1.75 ± 0.40	0.11	1.55	2.10	1.85 ± 0.28
9C	0.58	1.40	1.80	1.60 ± 0.20	0.48	2.80	3.00	2.88 ± 0.10
R_{1B}	0.25	0.30	0.85	0.48 ± 0.28	0.21	1.60	2.85	2.28 ± 0.63
R_{1C}	0.16	1.80	3.00	2.45 ± 0.60	0.24	1.65	2.40	2.10 ± 0.40
R_{2B}	0.21	0.77	0.80	0.80 ± 0.01	0.31	0.32	0.34	0.33 ± 0.01
R_{2C}	0.16	0.90	0.95	0.92 ± 0.02	0.32	0.20	0.22	0.21 ± 0.01
R_{3B}	0.22	0.24	0.28	0.26 ± 0.02	0.16	0.20	0.35	0.25 ± 0.07
R_{3C}	0.11	0.15	0.18	0.16 ± 0.01	0.16	0.15	0.18	0.16 ± 0.01
R_{4B}	0.85	0.2	0.22	0.21 ± 0.01	0.85	0.10	0.20	0.15 ± 0.05
R_{4C}	0.20	0.15	0.18	0.16 ± 0.01	0.31	0.15	0.20	0.17 ± 0.02

Tablo 11a. Toplam askı yükte kurşun konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Ocak			Nisan		
	Min.	Max.	**Ortalama**	Min.	Max.	**Ortalama**
1B	6.45	6.84	**6.67 ± 0.20**	6.34	6.82	**6.65 ± 0.27**
1C	16.94	29.29	**22.29 ± 6.34**	4.05	4.36	**4.17 ± 0.16**
2A	9.43	11.56	**10.63 ± 1.09**	10.14	13.71	**12.03 ± 1.79**
2B	16.50	35.84	**28.09 ± 10.23**	17.31	29.23	**23.02 ± 6.27**
2C	19.63	20.76	**20.27 ± 0.58**	20.90	29.03	**23.95 ± 4.43**
3A	3.97	4.25	**4.11 ± 4.11**	1.95	4.26	**3.04 ± 1.16**
3B	3.26	3.95	**3.69 ± 0.38**	1.17	3.72	**2.42 ± 1.28**
3C	3.42	4.12	**3.80 ± 0.35**	2.08	4.53	**3.24 ± 1.23**
4A	7.22	29.73	**16.48 ± 11.77**	14.16	28.13	**22.14 ± 7.19**
4B	2.23	5.59	**4.21 ± 1.76**	2.78	3.85	**3.28 ± 0.54**
4C	1.35	1.43	**1.38 ± 0.04**	1.40	1.47	**1.43 ± 0.04**
5B	17.08	51.55	**33.45 ± 14.81**	2.49	2.89	**2.71 ± 0.20**
5C	9.79	21.95	**15.46 ± 6.12**	76.92	95.46	**85.59 ± 9.33**
6B	9.25	22.08	**15.01 ± 6.51**	3.81	4.74	**5.35 ± 2.41**
6C	3.14	3.88	**3.51 ± 0.37**	3.49	3.79	**3.65 ± 0.15**
7A	12.43	16.15	**14.45 ± 1.88**	11.85	18.82	**14.33 ± 3.89**
7B	2.47	3.12	**2.70 ± 0.36**	1.93	3.60	**2.64 ± 0.86**
7C	7.43	7.52	**6.04 ± 2.49**	3.12	8.50	**6.59 ± 3.01**
8A	7.10	10.39	**8.50 ± 1.70**	2.50	8.87	**6.33 ± 3.38**
8B	0.28	0.47	**0.36 ± 0.10**	4.75	13.12	**7.69 ± 4.71**
8C	2.46	8.58	**5.52 ± 3.10**	5.53	7.57	**6.46 ± 1.03**
9A	6.14	6.84	**6.45 ± 0.36**	6.22	6.94	**6.50 ± 0.39**
9B	4.72	5.01	**4.85 ± 0.15**	5.13	5.87	**5.47 ± 0.37**
9C	3.98	4.75	**4.32 ± 0.39**	4.12	4.79	**4.43 ± 0.34**
R_{1B}	26.43	36.96	**32.52 ± 5.45**	30.14	37.23	**34.16 ± 3.64**
R_{1C}	0.80	1.06	**0.94 ± 0.13**	0.21	0.38	**0.30 ± 0.09**
R_{2B}	0.24	0.30	**0.27 ± 0.03**	0.41	0.62	**0.54 ± 0.11**
R_{2C}	7.12	11.43	**8.80 ± 2.30**	6.48	12.27	**8.82 ± 3.05**
R_{3B}	29.57	34.74	**31.62 ± 2.75**	30.21	34.12	**32.65 ± 2.13**
R_{3C}	5.16	6.45	**5.83 ± 0.65**	5.64	6.13	**5.85 ± 0.25**
R_{4B}	0.67	0.76	**0.72 ± 0.05**	0.69	0.76	**0.72 ± 0.04**
R_{4C}	0.65	0.79	**0.73 ± 0.07**	0.53	0.61	**0.57 ± 0.04**

Tablo 11b. Toplam askı yükte kurşun konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Eylül			Aralık		
	Min.	Max.	Ortalama	Min.	Max.	Ortalama
1B	27.00	42.00	**33.00 ± 8.00**	25.00	38.00	**31.00 ± 6.50**
1C	6.50	8.75	**7.90 ± 1.23**	4.80	8.75	**6.40 ± 2.04**
2A	30.00	42.00	**36.50 ± 6.50**	60.00	80.00	**67.00 ± 11.00**
2B	8.75	10.00	**9.50 ± 0.50**	60.00	90.00	**73.00 ± 15.00**
2C	2.10	2.70	**2.45 ± 0.30**	15.00	32.00	**26.00 ± 9.80**
3A	17.00	30.00	**24.00 ± 6.50**	4.85	6.20	**5.55 ± 0.65**
3B	18.00	35.00	**24.00 ± 9.00**	5.50	6.60	**5.95 ± 0.55**
3C	16.00	22.00	**18.00 ± 3.00**	2.80	4.20	**3.55 ± 0.70**
4A	12.00	16.00	**13.00 ± 2.10**	12.00	17.00	**14.00 ± 2.50**
4B	4.50	4.60	**4.55 ± 0.05**	3.40	3.80	**3.60 ± 0.20**
4C	1.40	1.85	**1.55 ± 0.25**	2.40	2.45	**2.42 ± 0.02**
5B	33.00	37.00	**34.00 ± 3.00**	8.50	14.50	**11.60 ± 2.98**
5C	17.00	40.00	**27.00 ± 11.0**	14.00	20.00	**16.00 ± 3.20**
6B	15.00	30.00	**23.00 ± 7.50**	12.00	15.50	**14.30 ± 2.00**
6C	10.00	30.00	**19.00 ± 10.00**	23.00	33.00	**26.00 ± 5.80**
7A	11.00	23.00	**15.00 ± 6.50**	0.75	1.10	**0.90 ± 0.17**
7B	20.00	35.00	**27.00 ± 7.50**	7.00	12.00	**9.20 ± 2.50**
7C	45.00	56.00	**51.00 ± 5.85**	1.80	3.20	**2.56 ± 0.70**
8A	10.00	26.00	**15.30 ± 9.20**	6.60	8.00	**7.50 ± 0.70**
8B	28.00	31.00	**29.00 ± 1.50**	10.00	25.00	**16.50 ± 7.50**
8C	50.00	70.00	**58.00 ± 10.00**	4.70	6.70	**5.70 ± 1.00**
9A	5.70	5.75	**5.72 ± 0.02**	7.20	11.20	**8.90 ± 2.10**
9B	4.20	5.50	**4.80 ± 0.65**	2.10	2.52	**2.38 ± 0.24**
9C	3.20	3.25	**3.20 ± 0.03**	3.50	3.90	**3.70 ± 0.20**
R_{1B}	0.60	0.95	**0.80 ± 0.20**	30.00	40.00	**35.00 ± 5.00**
R_{1C}	7.00	11.00	**8.50 ± 2.10**	0.50	0.80	**0.60 ± 0.15**
R_{2B}	0.20	0.35	**0.25 ± 0.07**	0.20	0.50	**0.35 ± 0.15**
R_{2C}	4.50	5.00	**4.70 ± 0.25**	1.40	2.70	**1.95 ± 0.67**
R_{3B}	12.00	14.00	**12.00 ± 1.15**	20.00	25.00	**22.00 ± 2.50**
R_{3C}	2.30	2.80	**2.50 ± 0.25**	4.80	5.90	**5.20 ± 0.60**
R_{4B}	0.60	0.65	**0.62 ± 0.02**	0.80	0.90	**0.85 ± 0.05**
R_{4C}	0.50	0.50	**0.50 ± 0.00**	0.60	0.70	**0.65 ± 0.05**

Tablo 12a. Sedimanda kurşun konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Ocak			Nisan			
	Min.	Max.	Ortalama	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
1B	1.75	2.40	**2.16 ± 0.36**	**0.76**	1.92	2.41	**2.42 ± 0.37**
1C	1.94	3.12	**2.63 ± 0.62**	**0.81**	1.85	2.65	**2.13 ± 0.45**
2A	7.93	8.28	**8.12 ± 0.18**	**0.72**	7.45	10.48	**9.43 ± 1.71**
2B	2.00	2.24	**2.12 ± 0.12**	**0.72**	0.99	2.64	**2.03 ± 0.90**
2C	--	--	--	--	--	--	--
3A	3.18	4.34	**3.62 ± 0.56**	**0.78**	0.39	0.51	**0.45 ± 0.06**
3B	--	--	--	--	--	--	--
3C	--	--	--	--	--	--	--
4A	2.72	3.26	**3.00 ± 0.27**	**0.71**	3.13	3.85	**3.43 ± 0.37**
4B	2.72	3.78	**3.08 ± 0.6**	**0.69**	2.85	3.62	**3.20 ± 0.39**
4C	--	--	--	--	--	--	--
5B	7.36	8.35	**7.75 ± 0.53**	**0.68**	8.14	8.97	**8.58 ± 0.42**
5C	5.19	6.43	**5.84 ± 0.62**	**0.76**	6.13	6.87	**6.45 ± 0.38**
6B	11.22	14.25	**12.52 ± 1.15**	**0.70**	10.06	13.90	**12.00 ± 1.92**
6C	--	--	--	--	--	--	--
7A	3.98	4.11	**4.06 ± 0.07**	**0.77**	14.83	15.36	**15.13 ± 0.27**
7B	11.96	12.42	**12.17 ± 0.23**	**0.95**	10.87	12.02	**11.54 ± 0.60**
7C	--	--	--	--	--	--	--
8A	10.89	11.43	**11.19 ± 0.27**	**0.81**	11.22	12.12	**11.72 ± 0.46**
8B	8.98	9.42	**9.18 ± 0.22**	**0.91**	6.98	10.10	**8.06 ± 1.77**
8C	--	--	--	--	--	--	--
9A	--	--	--	--	--	--	--
9B	--	--	--	--	--	--	--
9C	5.26	6.13	**5.76 ± 0.45**	**0.84**	6.17	6.73	**6.42 ± 0.28**
R_{1B}	6.95	7.43	**7.17 ± 0.24**	**0.71**	7.47	7.87	**7.68 ± 0.20**
R_{1C}	3.23	5.34	**4.45 ± 1.09**	**0.85**	3.46	5.68	**4.50 ± 1.12**
R_{2B}	--	--	--	--	--	--	--
R_{2C}	--	--	--	--	--	--	--
R_{3B}	--	--	--	--	--	--	--
R_{3C}	--	--	--	--	--	--	--
R_{4B}	--	--	--	--	--	--	--
R_{4C}	--	--	--	--	--	--	--

K.A/Y.A.: Kuru ağırlığın, yaş ağırlığa oranı

Tablo 12b. Sedimanda kurşun konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Eylül				Aralık			
	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
1B	0.72	3.55	5.50	4.70 ± 1.02	0.62	4.50	7.80	5.70 ± 1.80
1C	0.66	3.55	4.70	4.00 ± 0.60	0.71	2.50	3.70	3.00 ± 0.60
2A	0.70	8.30	10.50	9.20 ± 0.85	0.64	27.00	29.00	28.00 ± 1.00
2B	0.79	11.00	23.00	15.00 ± 6.50	0.70	21.00	35.00	30.00 ± 7.80
2C	0.76	11.00	23.00	19.00 ± 7.00	0.64	21.00	26.00	22.6 ± 2.80
3A	0.69	6.45	6.55	6.50 ± 0.05	0.65	3.50	4.90	4.05 ± 0.70
3B	0.61	5.20	6.90	6.15 ± 0.87	--	--	--	--
3C	--	--	--	--	--	--	--	--
4A	0.68	4.80	6.70	5.50 ± 1.02	0.70	4.20	4.80	4.45 ± 0.30
4B	0.74	3.20	4.80	3.90 ± 0.80	0.62	2.50	2.85	2.65 ± 0.25
4C	--	--	--	--	--	--	--	--
5B	0.75	11.00	16.00	13.00 ± 2.65	0.50	9.79	12.50	11.20 ± 1.40
5C	0.66	22.00	24.00	23.00 ± 1.15	0.75	10.00	11.70	10.60 ± 0.95
6B	0.80	21.00	25.00	23.00 ± 2.00	0.63	6.30	6.75	6.45 ± 0.25
6C	0.70	15.00	20.00	17.00 ± 2.50	0.67	5.60	5.95	5.75 ± 0.20
7A	0.73	3.70	5.70	4.70 ± 1.00	0.68	4.50	5.00	4.70 ± 0.25
7B	0.82	14.00	18.00	16.00 ± 2.00	0.97	9.50	11.00	10.00 ± 0.75
7C	--	--	--	--	--	--	--	--
8A	0.78	5.20	6.15	5.78 ± 0.50	0.62	5.50	5.90	5.70 ± 0.20
8B	--	--	--	--	0.75	9.50	14.00	11.00 ± 2.30
8C	0.96	40.00	45.00	42.00 ± 2.50	--	--	--	--
9A	0.77	6.20	6.60	6.40 ± 0.20	0.53	14.00	18.00	16.5 ± 2.30
9B	0.59	7.20	8.15	7.70 ± 0.50	--	--	--	--
9C	--	5.40	5.80	5.60 ± 0.20	--	--	--	--
R_{1B}	0.58	4.20	5.10	4.70 ± 0.45	0.66	5.20	6.55	5.70 ± 0.75
R_{1C}	0.61	3.40	4.20	3.80 ± 0.40	--	--	--	--
R_{2B}	--	--	--	--	--	--	--	--
R_{2C}	--	--	--	--	--	--	--	--
R_{3B}	--	--	--	--	--	--	--	--
R_{3C}	--	--	--	--	--	--	--	--
R_{4B}	--	--	--	--	--	--	--	--
R_{4C}	--	--	--	--	--	--	--	--

K.A/Y.A.: Kuru ağırlığın, yaş ağırlığa oranı

Tablo 13a. Midyelerde kurşun konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Ocak			Nisan			
	Min.	Max.	Ortalama	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
1B	12.51	23.86	**23.34 ± 0.73**	**0.23**	43.56	46.15	**44.85 ± 1.30**
1C	28.42	30.89	**29.65 ± 1.24**	**0.16**	30.86	31.04	**30.96 ± 0.09**
2A	--	--	--	--	--	--	--
2B	0.21	0.25	**0.23 ± 0.02**	**0.26**	0.24	0.25	**0.25 ± 0.01**
2C	0.12	0.13	**0.12 ± 0.01**	**0.23**	0.13	0.13	**0.13 ± 0.00**
3A	--	--	--	--	--	--	--
3B	41.80	44.77	**43.25 ± 1.49**	**0.23**	83.42	89.23	**86.26 ± 2.91**
3C	38.14	54.13	**46.16 ± 7.99**	**0.22**	54.12	57.26	**55.91 ± 1.62**
4A	--	--	--	--	--	--	--
4B	--	--	--	--	--	--	--
4C	1.16	1.86	**1.48 ± 0.35**	**0.23**	1.13	1.34	**1.22 ± 0.11**
5B	76.12	81.78	**79.85 ± 2.91**	**0.23**	79.61	82.59	**80.94 ± 1.52**
5C	54.43	62.16	**59.25 ± 4.21**	**0.10**	58.75	62.44	**60.54 ± 1.85**
6B	5.41	6.23	**5.92 ± 0.45**	**0.25**	6.13	6.43	**6.28 ± 0.15**
6C	6.14	6.87	**6.46 ± 0.40**	**0.26**	6.45	7.01	**6.80 ± 0.30**
7A	--	--	--	--	--	--	--
7B	10.42	11.21	**10.73 ± 0.42**	**0.27**	10.32	11.45	**10.81 ± 0.60**
7C	6.44	7.78	**7.11 ± 0.67**	**0.16**	7.89	8.68	**8.25 ± 0.40**
8A	--	--	--	--	--	--	--
8B	--	--	--	--	--	--	--
8C	--	--	--	--	--	--	--
9A	--	--	--	--	--	--	--
9B	n.d.	n.d.	--	**0.18**	n.d.	n.d.	--
9C	n.d.	n.d.	--	**0.21**	n.d.	n.d.	--
R_{1B}	n.d.	n.d.	--	**0.20**	n.d.	n.d.	--
R_{1C}	n.d.	n.d.	--	**0.19**	n.d.	n.d.	--
R_{2B}	4.47	5.95	**5.01 ± 0.81**	**0.20**	19.81	21.43	**20.59 ± 0.80**
R_{2C}	1.49	2.98	**2.03 ± 0.83**	**0.37**	14.62	16.56	**15.54 ± 0.97**
R_{3B}	n.d.	n.d.	--	**0.15**	n.d.	n.d.	--
R_{3C}	n.d.	n.d.	--	**0.19**	n.d.	n.d.	--
R_{4B}	n.d.	n.d.	--	**0.22**	n.d.	n.d.	--
R_{4C}	n.d.	n.d.	--	**0.48**	n.d.	n.d.	--

K.A/Y.A.: Kuru ağırlığın, yaş ağırlığa oranı
n.d. : Aletin hassasiyet düzeyinin altında

Tablo 13b. Midyelerde kurşun konsantrasyonları (ppb, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Eylül				Aralık			
	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
1B	**0.16**	15.0	20.0	**18.0 ± 3.0**	**0.13**	10.0	10.0	**10.0 ± 0.0**
1C	**0.16**	18.0	20.0	**20.0 ± 1.0**	**0.16**	10.0	10.0	**10.0 ± 0.0**
2A	--	--	--	--	--	--	--	--
2B	**0.16**	40.0	50.0	**45.0 ± 5.0**	**0.13**	10.0	15.0	**13.0 ± 3.0**
2C	**0.20**	15.0	35.0	**23.0 ± 10.0**	**0.13**	50.0	65.0	**55.0 ± 8.0**
3A	--	--	--	--	--	--	--	--
3B	**0.14**	15.0	20.0	**17.0 ± 3.0**	**0.22**	100.0	120.0	**100.0 ± 10.0**
3C	**0.21**	20.0	22.0	**20.0 ± 2.0**	**0.22**	160.0	190.0	**170.0±15.0**
4A	--	--	--	--	--	--	--	--
4B	--	--	--	--	--	--	--	--
4C	--	--	--	--	--	--	--	--
5B	**0.18**	45.0	80.0	**57.0 ± 20.0**	**0.12**	15.0	30.0	**20.0 ± 8.0**
5C	**0.16**	47.0	58.0	**50.0 ± 5.0**	**0.13**	25.0	30.0	**26.0 ± 3.0**
6B	**0.13**	5.0	6.0	**5.0 ± 1.0**	**0.16**	100.0	200.0	**150.0 ± 50.0**
6C	**0.21**	190.0	200.0	**190.0 ±10.0**	**0.14**	75.0	90.0	**83.0 ± 7.0**
7A	--	--	--	--	--	--	--	--
7B	**0.18**	12.0	18.0	**14.0 ± 3.0**	**0.16**	30.0	80.0	**60.0 ± 20.0**
7C	**0.11**	30.0	45.0	**38.0 ± 8.0**	**0.14**	10.0	10.0	**10.0 ± 0.0**
8A	--	--	--	--	--	--	--	--
8B	--	--	--	--	--	--	--	--
8C	--	--	--	--	--	--	--	--
9A	--	--	--	--	--	--	--	--
9B	**0.25**	n.d.	n.d.	--	**0.16**	68.0	90.0	**80.0 ± 10.0**
9C	**0.24**	n.d.	n.d.	--	**0.15**	100.0	300.0	**150.0 ±100.0**
R_{1B}	**0.17**	n.d.	n.d.	--	**0.12**	n.d.	n.d.	--
R_{1C}	**0.17**	100.0	200.0	**130.0 ± 50.0**	**0.16**	n.d.	n.d.	--
R_{2B}	**0.19**	4.0	6.0	**4.0 ± 1.0**	**0.13**	10.0	15.0	**13.0 ± 3.0**
R_{2C}	**0.17**	5.0	6.0	**5.0 ± 0.5**	**0.15**	30.0	40.0	**35.0 ± 6.0**
R_{3B}	**0.18**	n.d.	n.d.	--	**0.14**	n.d.	n.d.	--
R_{3C}	**0.17**	n.d.	n.d.	--	**0.20**	n.d.	n.d.	--
R_{4B}	**0.21**	n.d.	n.d.	--	**0.23**	n.d.	n.d.	--
R_{4C}	**0.49**	n.d.	n.d.	--	**0.36**	n.d.	n.d.	--

K.A/Y.A.: Kuru ağırlığın, yaş ağırlığa oranı
n.d. : Aletin hassasiyet düzeyinin altında

Tablo 14a. Makroalglerde kurşun konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas-yonlar	Ocak			Nisan			
	Min.	Max.	Ortalama	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
1B	10.67	17.66	**13.11 ± 3.95**	**0.19**	0.57	0.69	**0.62 ± 0.06**
1C	0.17	0.64	**0.35 ± 0.25**	**0.19**	0.28	0.79	**0.55 ± 0.26**
2A	--	--	--	--	--	--	--
2B	0.59	0.64	**0.61 ± 0.03**	**0.82**	0.63	0.65	**0.64 ± 0.01**
2C	0.40	0.45	**0.42 ± 0.03**	**0.30**	0.35	0.53	**0.43 ± 0.09**
3A	--	--	--	--	--	--	--
3B	22.03	27.54	**24.73 ± 2.76**	**0.26**	43.90	54.70	**49.17 ± 5.40**
3C	25.61	28.72	**26.83 ± 1.66**	**0.23**	34.20	38.60	**36.23 ± 2.22**
4A	0.35	0.43	**0.39 ± 0.04**	**0.21**	0.53	0.61	**0.57 ± 0.04**
4B	--	--	--	--	--	--	--
4C	0.21	0.32	**0.26 ± 0.06**	**0.21**	0.33	0.42	**0.37 ± 0.05**
5B	0.31	0.36	**0.34 ± 0.03**	**0.60**	0.23	0.37	**0.31 ± 0.07**
5C	13.86	16.11	**14.92 ± 1.13**	**0.08**	25.42	26.23	**25.81 ± 0.41**
6B	10.89	11.94	**11.46 ± 0.53**	**0.18**	0.32	0.73	**0.56 ± 0.21**
6C	0.28	0.37	**0.32 ± 0.05**	**0.18**	0.35	0.46	**0.39 ± 0.06**
7A	--	--	--	--	--	--	--
7B	0.14	0.15	**0.14 ± 0.01**	**0.28**	0.16	0.19	**0.17 ± 0.02**
7C	0.18	0.27	**0.22 ± 0.05**	**0.29**	0.12	0.14	**0.13 ± 0.01**
8A	0.42	0.49	**0.46 ± 0.04**	**0.06**	0.48	0.56	**0.52 ± 0.04**
8B	0.50	0.56	**0.52 ± 0.03**	**0.20**	0.18	0.55	**0.38 ± 0.19**
8C	0.21	0.35	**0.26 ± 0.08**	**0.40**	0.24	0.53	**0.32 ± 0.14**
9A	0.23	0.41	**0.34 ± 0.09**	**0.76**	0.27	0.48	**0.39 ± 0.11**
9B	0.72	0.81	**0.76 ± 0.05**	**0.70**	0.76	0.87	**0.82 ± 0.06**
9C	0.04	0.05	**0.04 ± 0.01**	**0.22**	0.04	0.05	**0.05 ± 0.01**
R_{1B}	0.80	0.87	**0.83 ± 0.04**	**0.07**	1.03	1.29	**1.13 ± 0.14**
R_{1C}	0.22	0.32	**0.26 ± 0.05**	**0.18**	0.20	0.33	**0.26 ± 0.07**
R_{2B}	0.11	0.24	**0.17 ± 0.07**	**0.23**	0.17	0.29	**0.23 ± 0.06**
R_{2C}	0.14	0.18	**0.16 ± 0.02**	**0.18**	0.12	0.14	**0.13 ± 0.01**
R_{3B}	6.91	7.62	**7.35 ± 0.38**	**0.20**	7.11	7.85	**7.44 ± 0.38**
R_{3C}	1.18	1.29	**1.25 ± 0.06**	**0.15**	1.21	1.37	**1.30 ± 0.08**
R_{4B}	0.21	1.32	**1.27 ± 0.06**	**0.75**	1.18	1.34	**1.24 ± 0.09**
R_{4C}	1.21	1.33	**1.28 ± 0.06**	**0.24**	1.27	1.38	**1.32 ± 0.06**

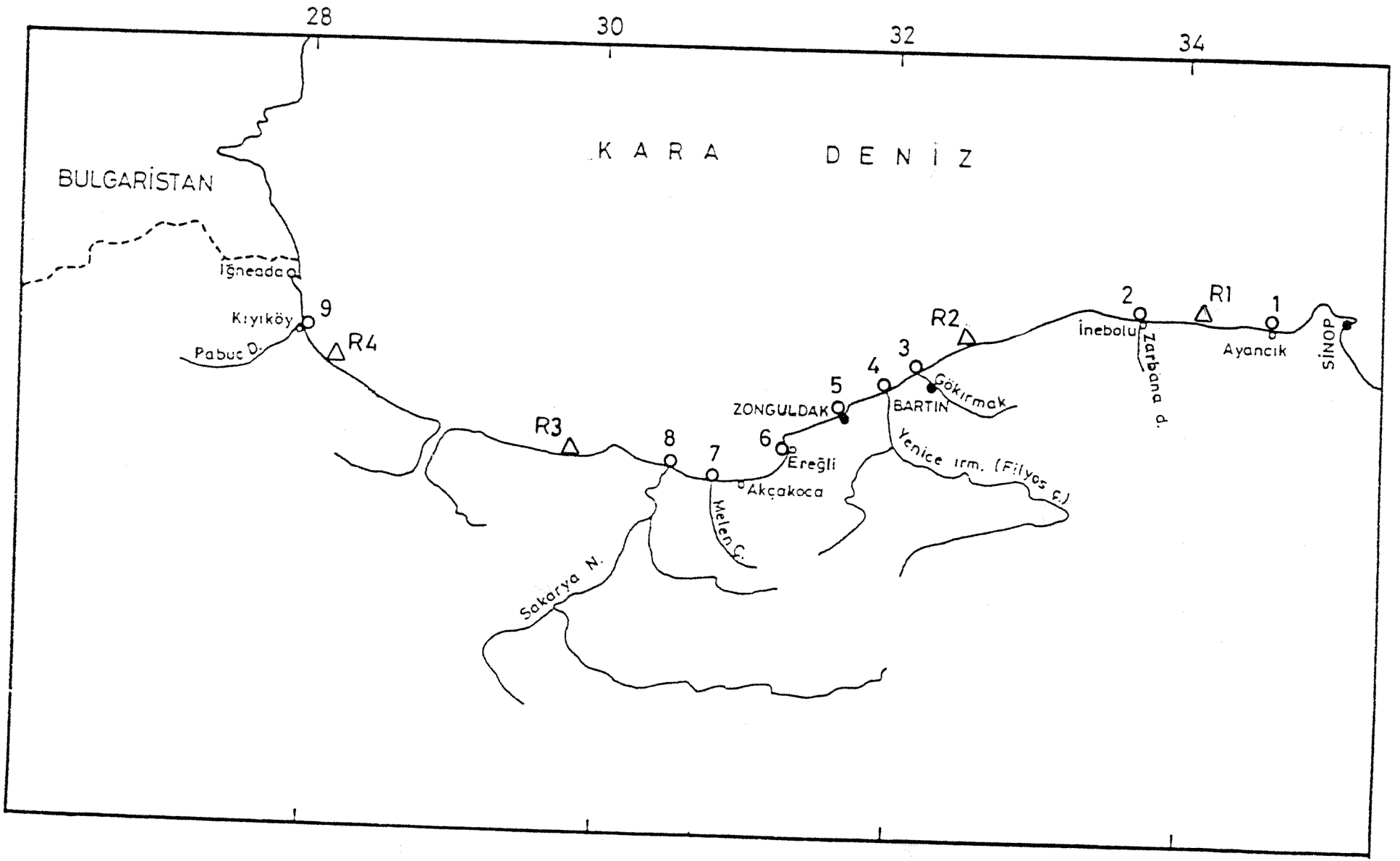
K.A/Y.A.: Kuru ağırlığın, yaş ağırlığa oranı

Tablo 14b. Makroalglerde kurşun konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

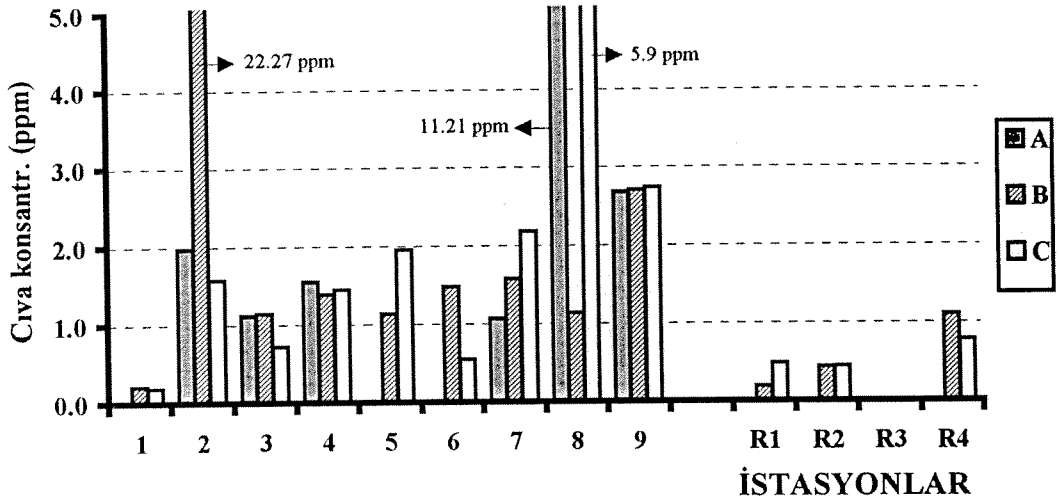
İstas-yonlar	Eylül				Aralık			
	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
1B	0.13	0.20	0.50	0.03 ± 0.01	0.21	0.03	0.07	0.05 ± 0.02
1C	0.21	0.07	0.09	0.08 ± 0.01	0.16	0.03	0.10	0.07 ± 0.03
2A	--	--	--	--	--	--	--	--
2B	0.21	0.16	0.20	0.18 ± 0.02	0.31	1.00	1.30	1.13 ± 0.15
2C	--	--	--	--	0.22	1.00	2.20	1.40 ± 0.70
3A	--	--	--	--	--	--	--	--
3B	0.14	0.04	0.08	0.06 ± 0.02	0.29	15.00	22.00	18.00 ± 3.50
3C	0.15	0.10	0.12	0.11 ± 0.01	0.24	12.00	12.00	12.00 ± 0.00
4A	0.29	0.90	1.20	1.00 ± 0.15	0.18	0.30	0.45	0.35 ± 0.08
4B	--	--	--	--	--	--	--	--
4C	0.28	0.25	0.25	0.25 ± 0.00	0.19	0.20	0.20	0.20 ± 0.00
5B	0.17	0.10	0.10	0.10 ± 0.00	0.35	0.70	0.90	0.78 ± 0.10
5C	0.18	0.10	0.13	0.12 ± 0.01	0.28	0.20	0.23	0.21 ± 0.01
6B	0.14	0.15	0.20	0.17 ± 0.02	0.17	0.20	0.60	0.50 ± 0.20
6C	0.13	0.18	0.25	0.20 ± 0.03	0.15	0.02	0.03	0.02 ± 0.00
7A	--	--	--	--	--	--	--	--
7B	0.21	0.15	0.35	0.23 ± 0.10	0.15	0.03	0.08	0.05 ± 0.03
7C	0.11	0.12	0.15	0.13 ± 0.01	0.16	0.03	0.07	0.04 ± 0.02
8A	--	0.20	0.35	0.25 ± 0.07	--	--	--	--
8B	0.12	0.13	0.16	0.14 ± 0.01	0.17	0.40	0.58	0.45 ± 0.10
8C	0.10	0.20	0.40	0.30 ± 0.10	0.16	0.60	0.90	0.75 ± 0.15
9A	0.58	0.15	0.25	0.20 ± 0.05	0.75	0.25	0.55	0.35 ± 0.15
9B	0.71	0.10	0.15	0.12 ± 0.02	0.11	0.12	0.35	0.23 ± 0.11
9C	0.58	0.08	0.08	0.08 ± 0.00	0.48	1.20	2.30	1.58 ± 0.60
R_{1B}	0.25	0.08	0.10	0.09 ± 0.01	0.21	0.20	0.23	0.22 ± 0.02
R_{1C}	0.16	0.02	0.02	0.02 ± 0.00	0.24	0.30	0.75	0.45 ± 0.25
R_{2B}	0.21	0.02	0.02	0.02 ± 0.00	0.31	0.13	0.16	0.14 ± 0.01
R_{2C}	0.16	0.13	0.20	0.16 ± 0.03	0.32	0.23	0.35	0.28 ± 0.06
R_{3B}	0.22	3.10	3.40	3.20 ± 0.15	0.16	4.50	5.80	5.00 ± 0.70
R_{3C}	0.11	1.10	1.15	1.12 ± 0.02	0.16	1.10	1.55	1.30 ± 0.23
R_{4B}	0.85	0.80	0.90	0.85 ± 0.05	0.85	0.25	0.40	0.30 ± 0.07
R_{4C}	0.20	0.20	0.35	0.30 ± 0.08	0.31	0.20	0.40	0.30 ± 0.10

K.A/Y.A.: Kuru ağırlığın, yaş ağırlığa oranı

Ş E K İ L L E R



Şekil 1. Örnekleme İstasyonları (R_1, R_2, R_3, ve R_4 referans istasyonları göstermektedir.)

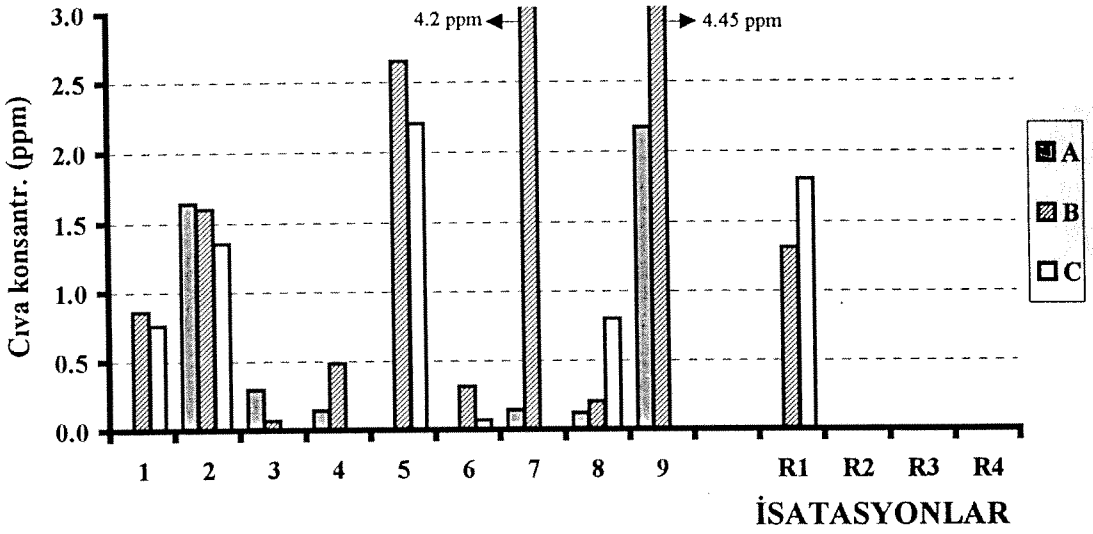


Şekil 2. Toplam askı yükte cıva konsantrasyonlarının istasyonlara göre değişimi.

A: Kıyıdan 25 m. geriden nehir, dere ya da atık sudan alınan örnekler,

B: Kıyıdan alınan örnekler,

C: Kıyıdan 25 m. uzaklıkta denizden alınan örnekler.

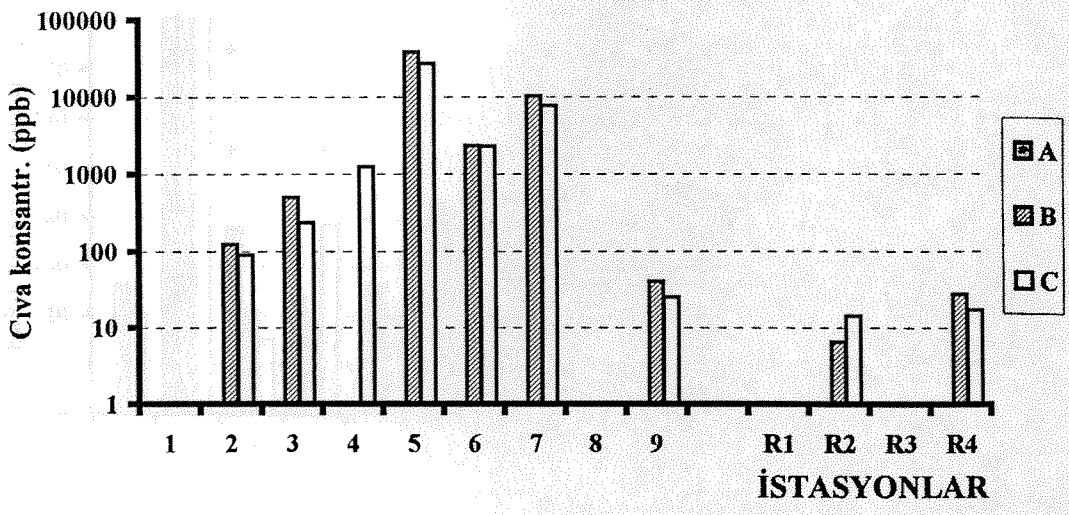


Şekil 3. Sedimanda cıva konsantrasyonlarının istasyonlara göre değişimi.

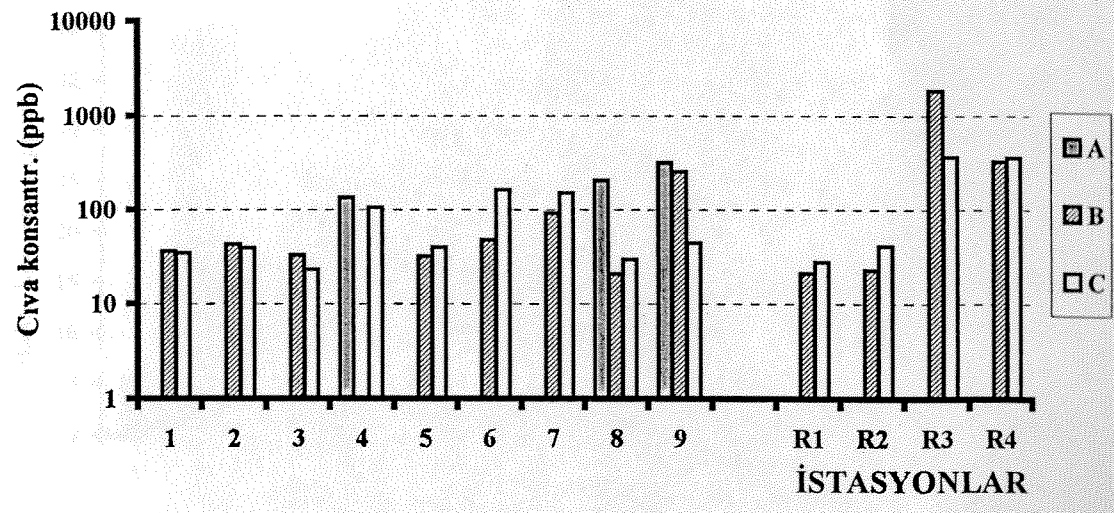
A: Kıyıdan 25 m. geriden nehir, dere ya da atık sudan alınan örnekler,

B: Kıyıdan alınan örnekler,

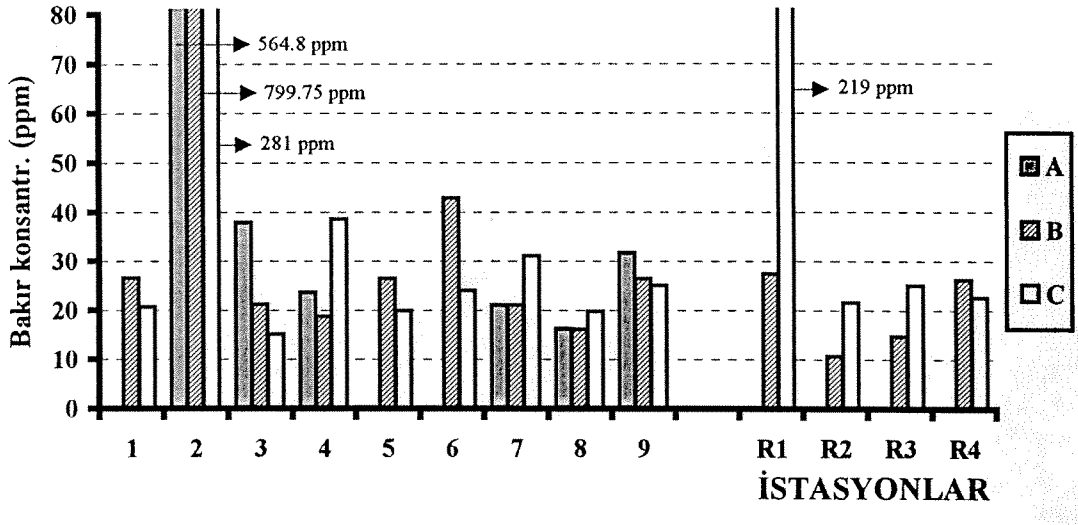
C: Kıyıdan 25 m. uzaklıkta denizden alınan örnekler.



Şekil 4. Midyelerde cıva konsantrasyonlarının istasyonlara göre değişimi.
A: Kıyıdan 25 m. geriden nehir, dere ya da atık sudan alınan örnekler,
B: Kıyıdan alınan örnekler,
C: Kıyıdan 25 m. uzaklıkta denizden alınan örnekler.



Şekil 5. Makroalglerde cıva konsantrasyonlarının istasyonlara göre değişimi.
A: Kıyıdan 25 m. geriden nehir, dere ya da atık sudan alınan örnekler,
B: Kıyıdan alınan örnekler,
C: Kıyıdan 25 m. uzaklıkta denizden alınan örnekler.

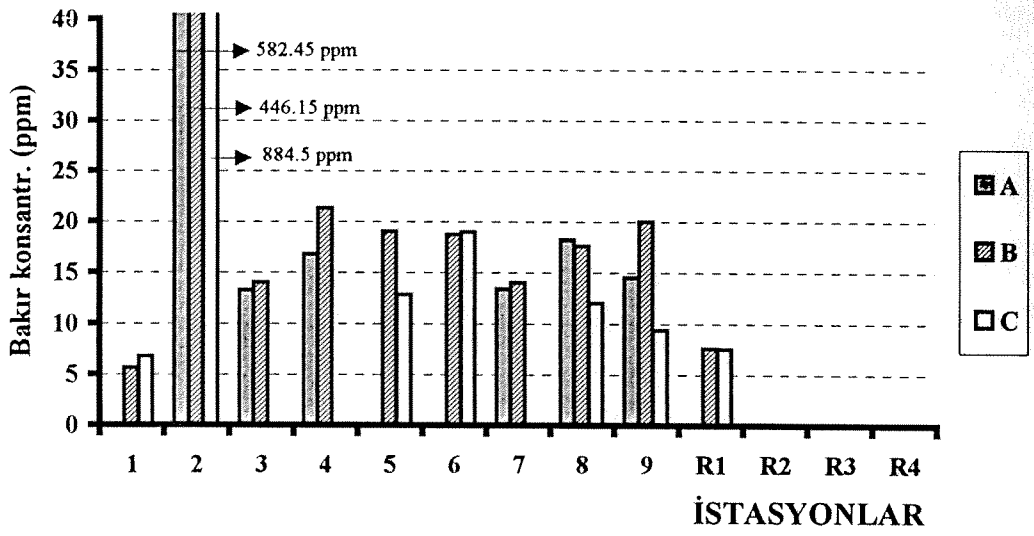


Şekil 6. Toplam askı yükte bakır konsantrasyonlarının istasyonlara göre değişimi.

A: Kıyıdan 25 m. geriden nehir, dere ya da atık sudan alınan örnekler,

B: Kıyıdan alınan örnekler,

C: Kıyıdan 25 m. uzaklıkta denizden alınan örnekler.

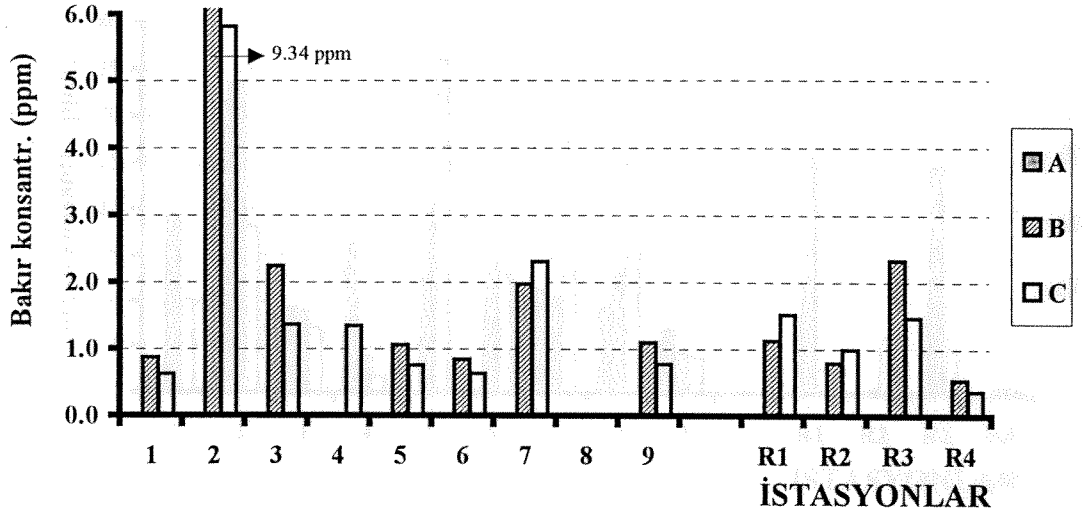


Şekil 7. Sedimanda bakır konsantrasyonlarının istasyonlara göre değişimi.

A: Kıyıdan 25 m. geriden nehir, dere ya da atık sudan alınan örnekler,

B: Kıyıdan alınan örnekler,

C: Kıyıdan 25 m. uzaklıkta denizden alınan örnekler.

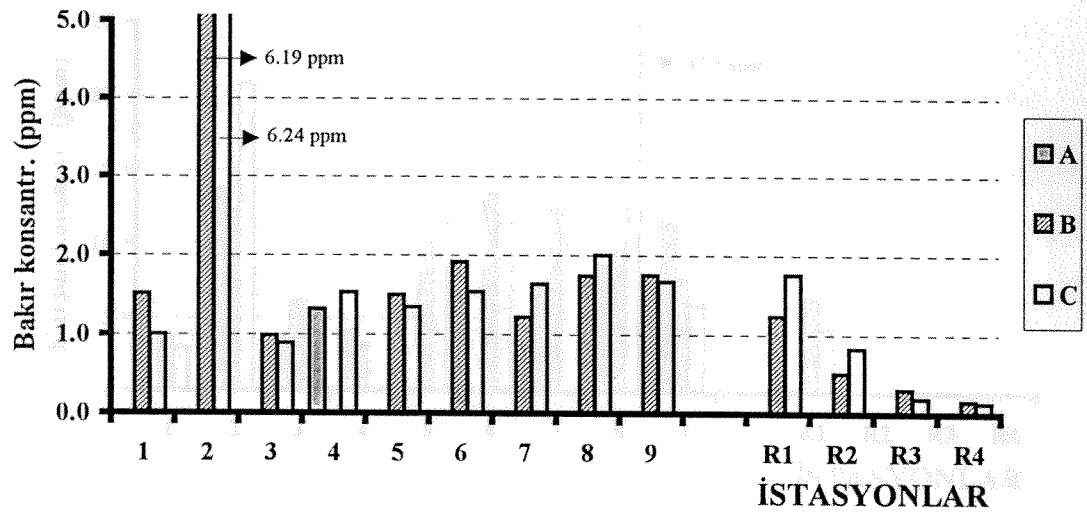


Şekil 8. Midyelerde bakır konsantrasyonlarının istasyonlara göre değişimi.

A: Kıyıdan 25 m. geriden nehir, dere ya da atık sudan alınan örnekler,

B: Kıyıdan alınan örnekler,

C: Kıyıdan 25 m. uzaklıkta denizden alınan örnekler.

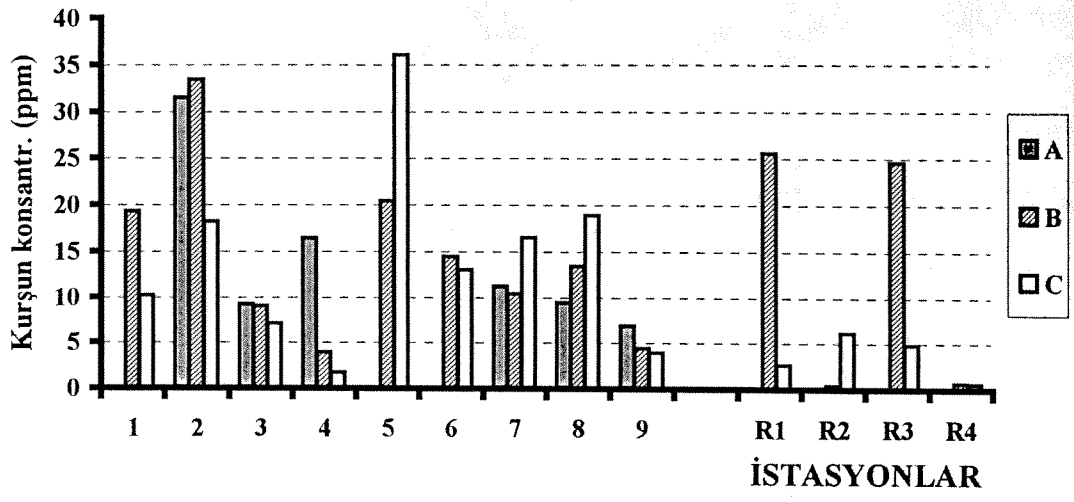


Şekil 9. Makroalglerde bakır konsantrasyonlarının istasyonlara göre değişimi.

A: Kıyıdan 25 m. geriden nehir, dere ya da atık sudan alınan örnekler,

B: Kıyıdan alınan örnekler,

C: Kıyıdan 25 m. uzaklıkta denizden alınan örnekler.

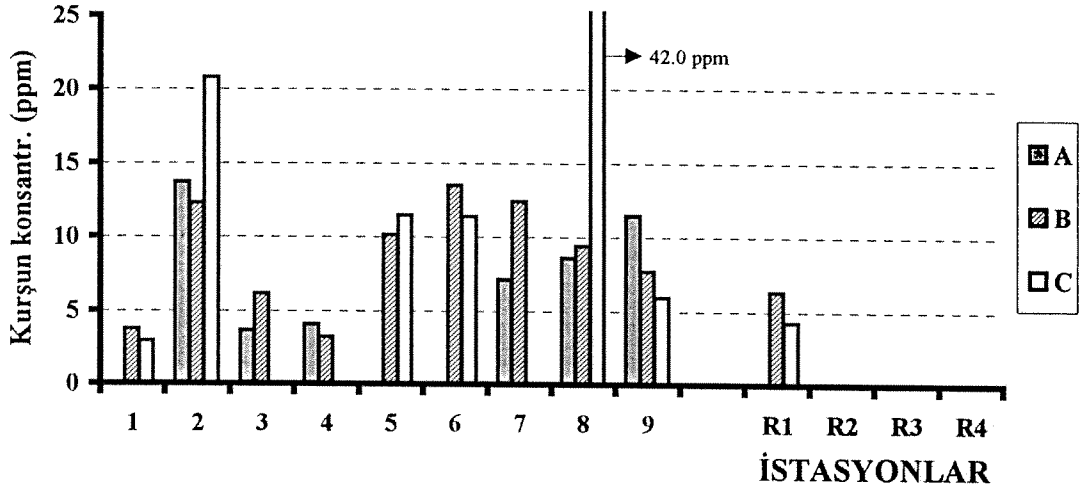


Şekil 10. Toplam askı yükte kurşun konsantrasyonlarının istasyonlara göre değiş

A: Kıyıdan 25 m. geriden nehir, dere ya da atık sudan alınan örnekler,

B: Kıyıdan alınan örnekler,

C: Kıyıdan 25 m. uzaklıkta denizden alınan örnekler.

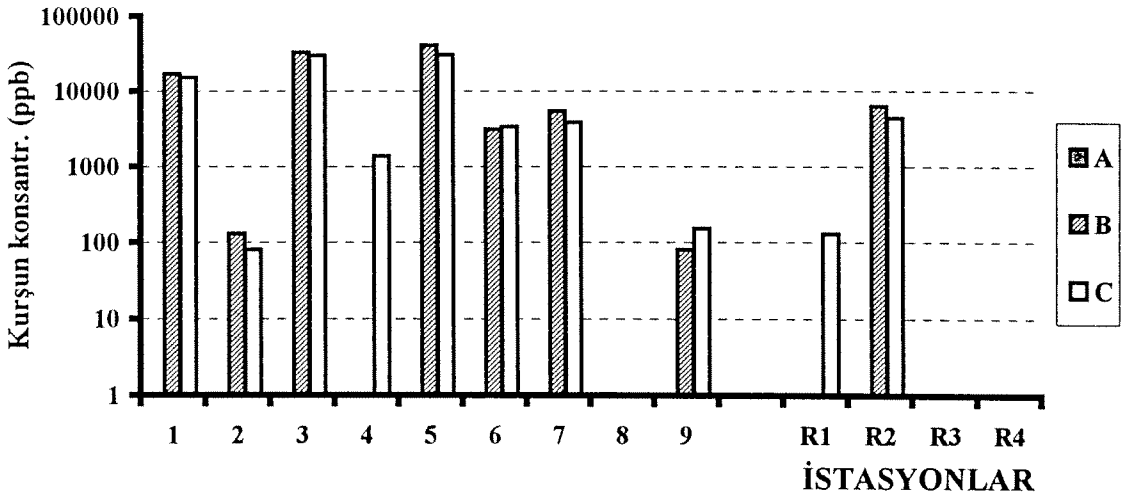


Şekil 11. Sedimanda kurşun konsantrasyonlarının istasyonlara göre değişimi.

A: Kıyıdan 25 m. geriden nehir, dere ya da atık sudan alınan örnekler,

B: Kıyıdan alınan örnekler,

C: Kıyıdan 25 m. uzaklıkta denizden alınan örnekler.

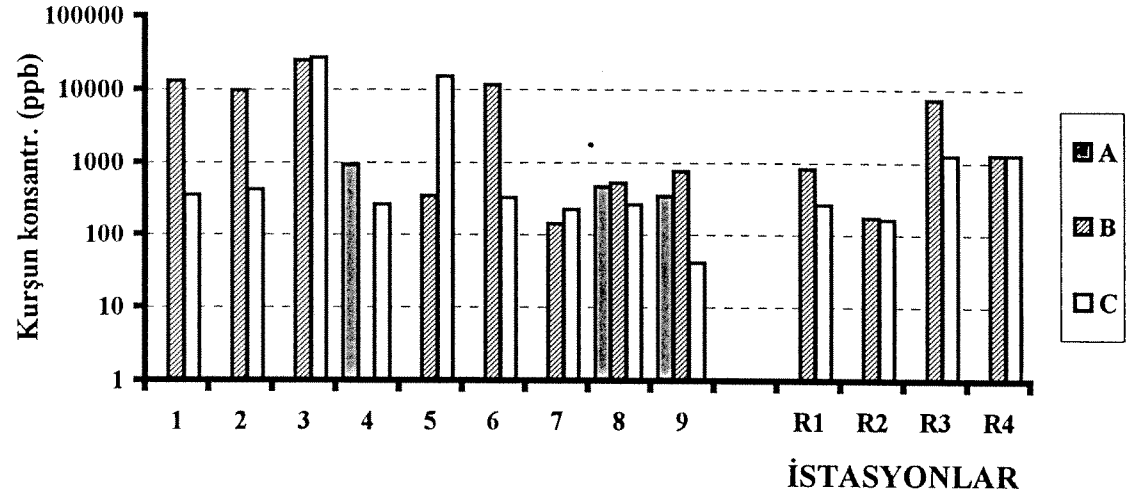


Şekil 12. Midyelerde kurşun konsantrasyonlarının istasyonlara göre değişimi.

A: Kıyıdan 25 m. geriden nehir, dere ya da atık sudan alınan örnekler,

B: Kıyıdan alınan örnekler,

C: Kıyıdan 25 m. uzaklıkta denizden alınan örnekler.

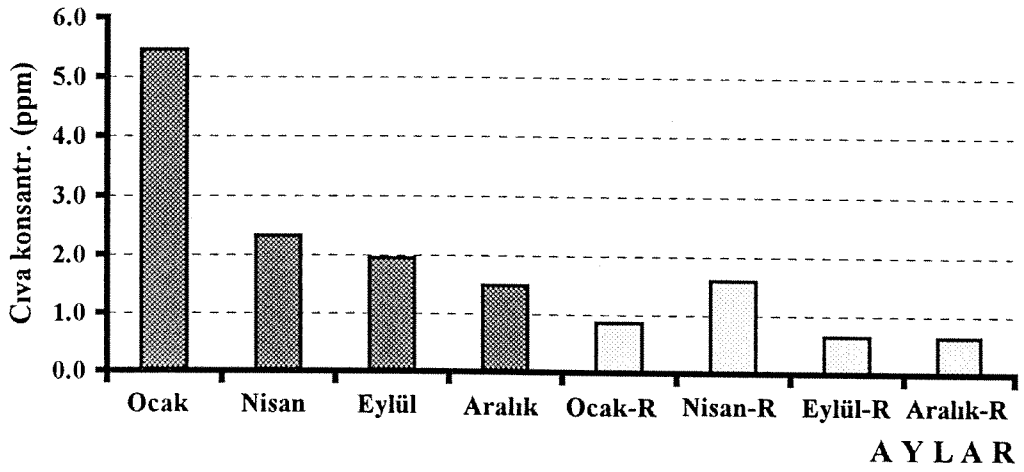


Şekil 13. Makroalglerde kurşun konsantrasyonlarının istasyonlara göre değişi

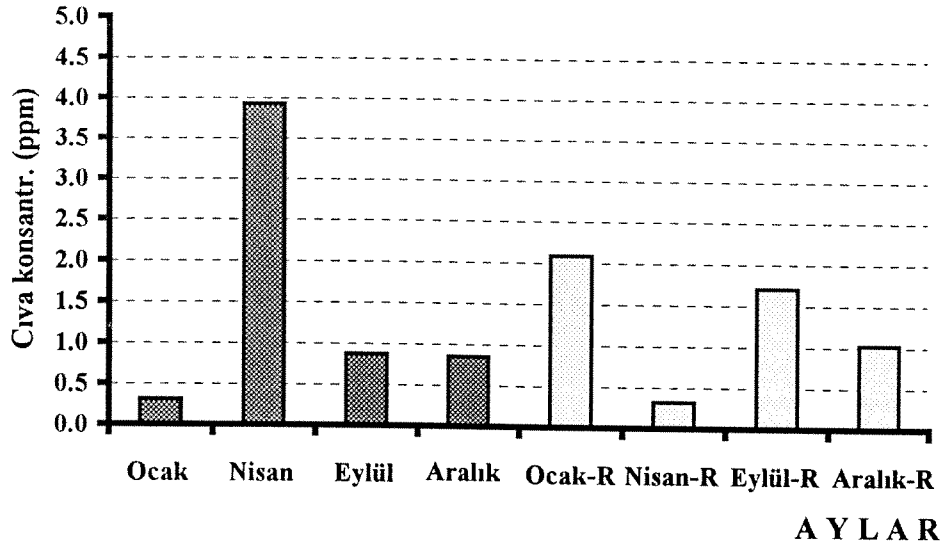
A: Kıyıdan 25 m. geriden nehir, dere ya da atık sudan alınan örnekler,

B: Kıyıdan alınan örnekler,

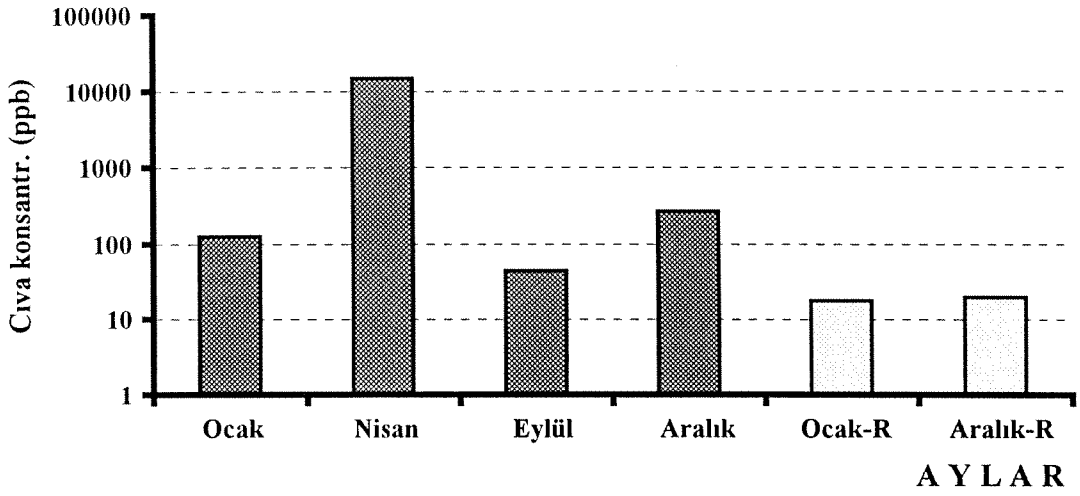
C: Kıyıdan 25 m. uzaklıkta denizden alınan örnekler.



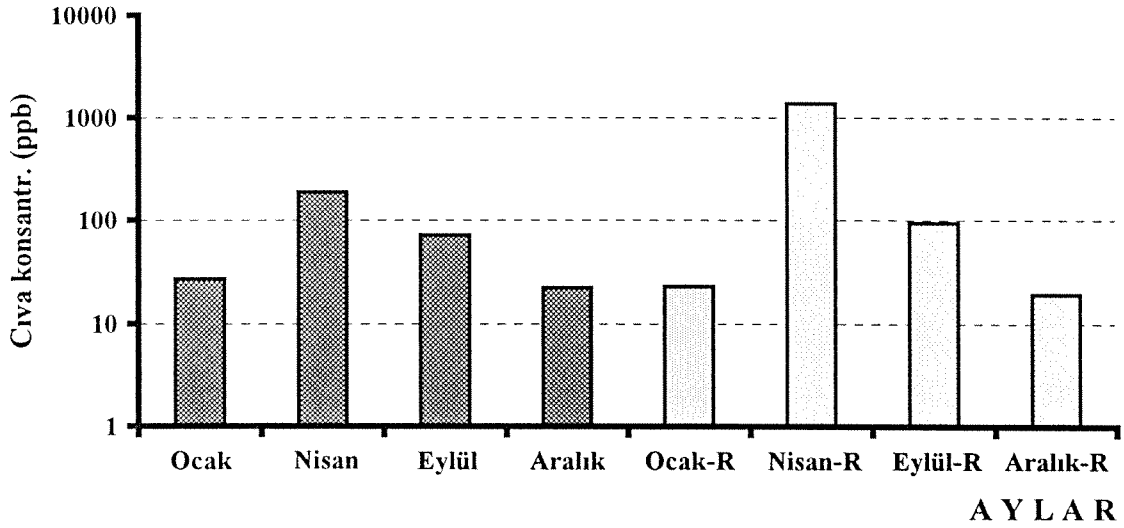
Şekil 14. Toplam askı yükte cıva konsantrasyonlarının aylara göre değişim
R. Referans istasyonları.



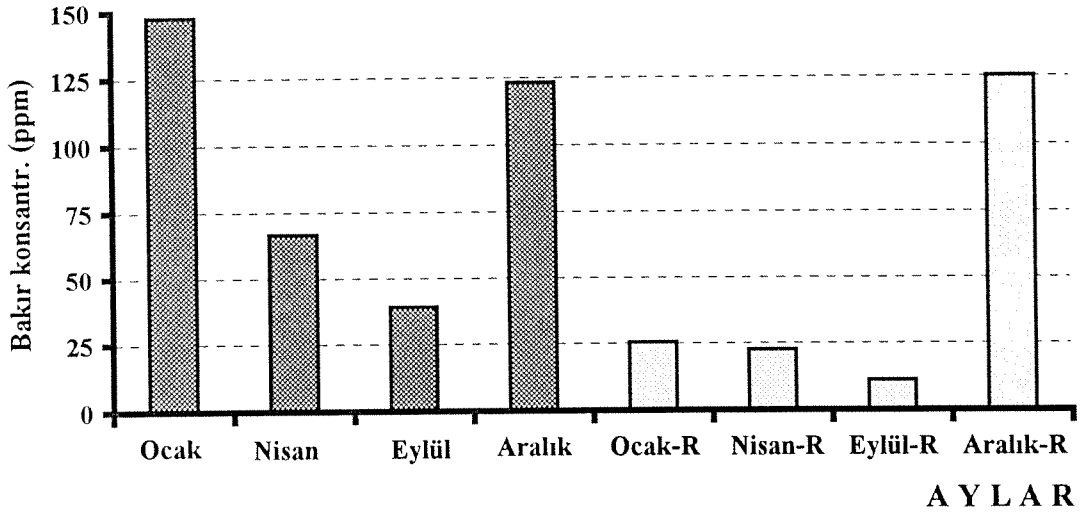
Şekil 15. Sedimanda cıva konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.
R. Referans istasyonları.



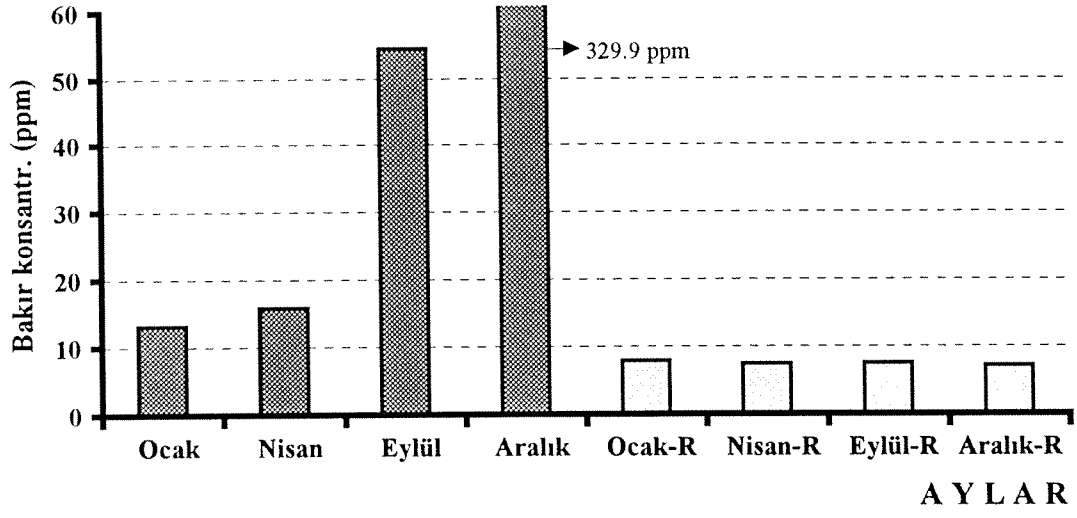
Şekil 16. Midyelerde cıva konsantrasyonlarının aylara göre değşimi.
R: Referans istasyonları



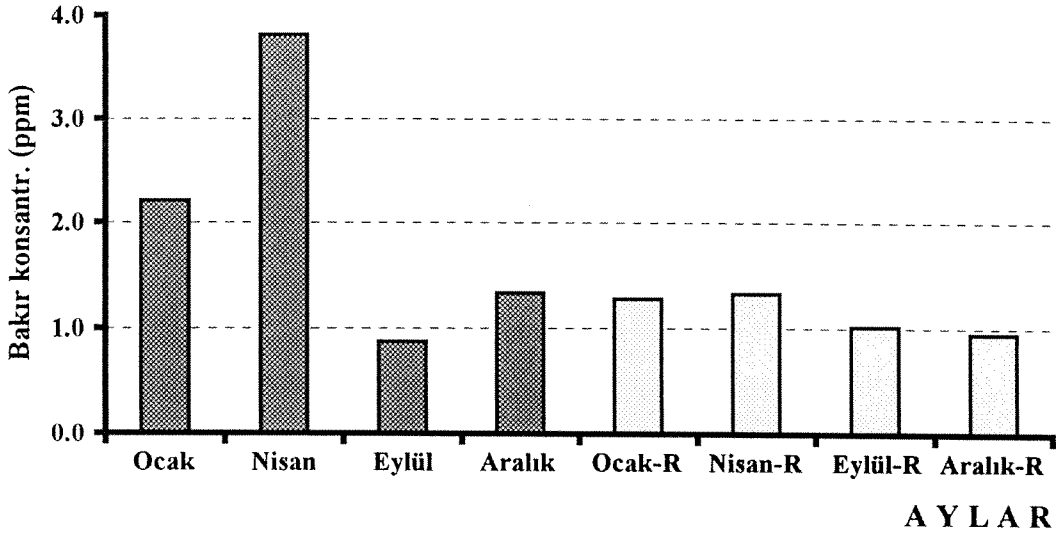
Şekil 17. Makroalglerde cıva konsantrasyonlarının aylara göre değşimi.
R: Referans istasyonları



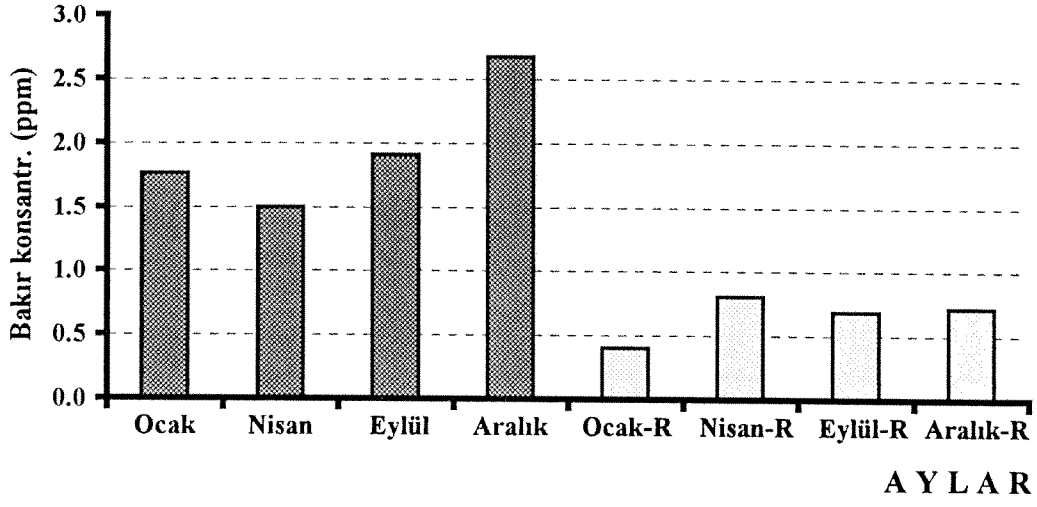
Şekil 18. Toplam askı yükte bakır konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.
R: Referans istasyonları.



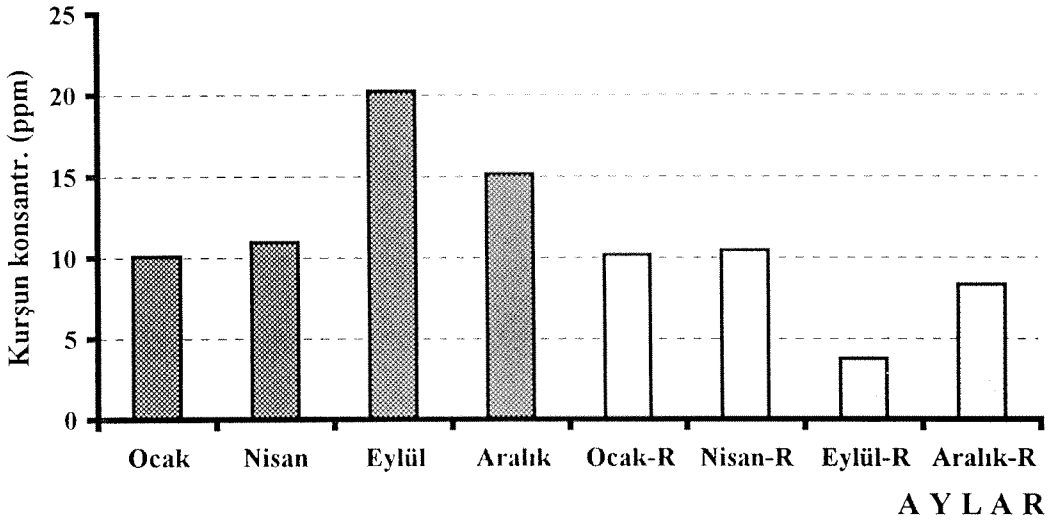
Şekil 19. Sedimanda bakır konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.
R: Referans istasyonları.



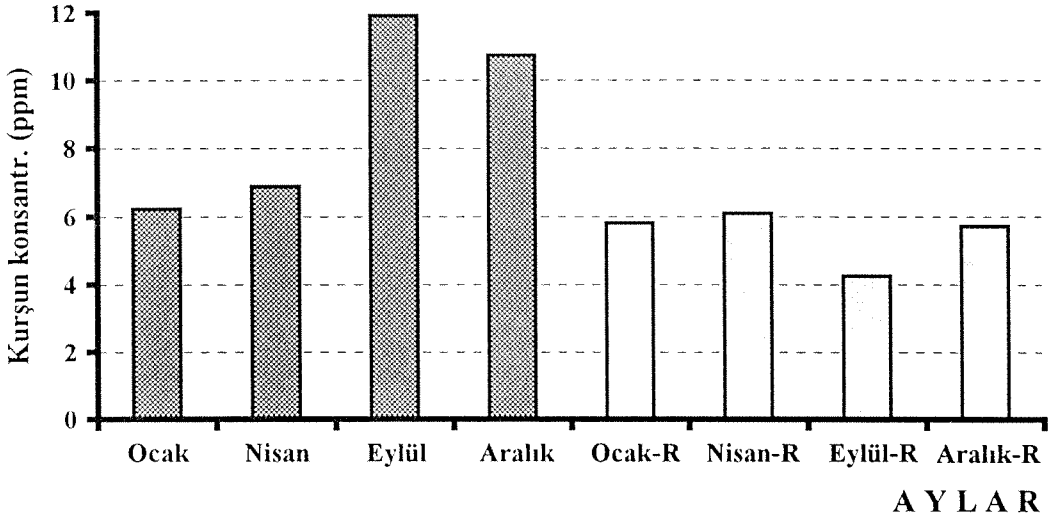
Şekil 20. Midyelerde bakır konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.
R: Referans istasyonları.



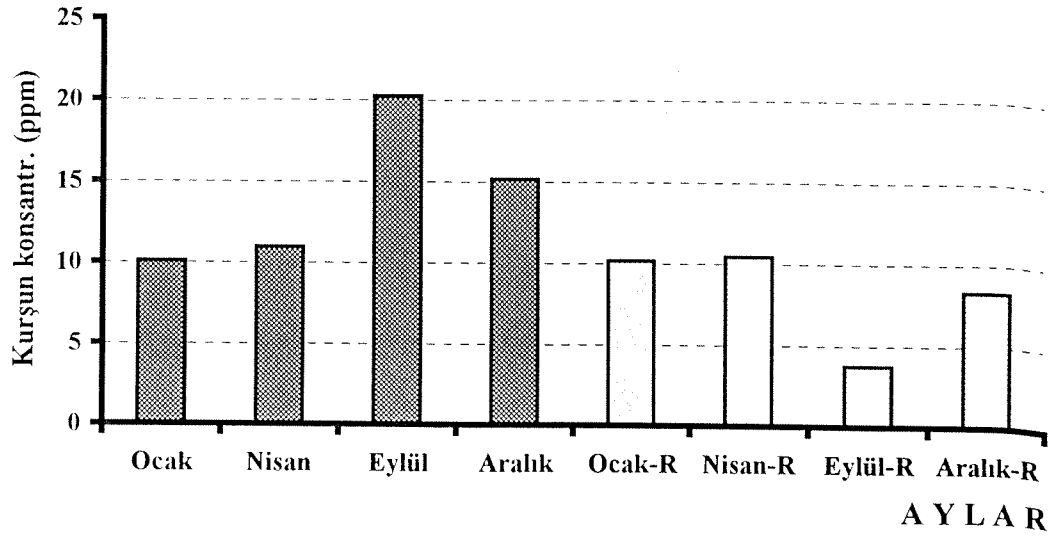
Şekil 21. Makroalglerde bakır konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.
R: Referans istasyonları.



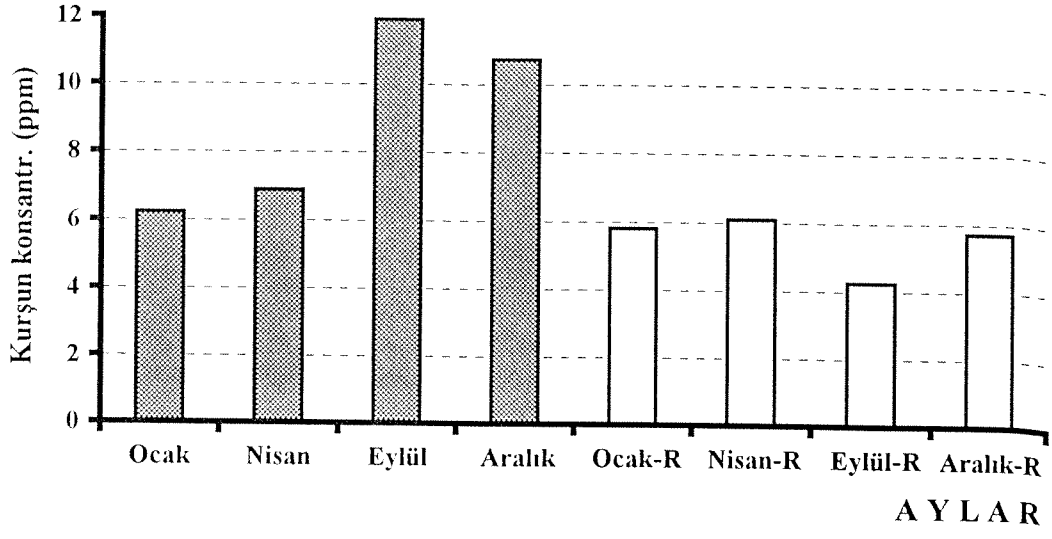
Şekil 22. Toplam askı yükte kurşun konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.
R: Referans istasyonları.



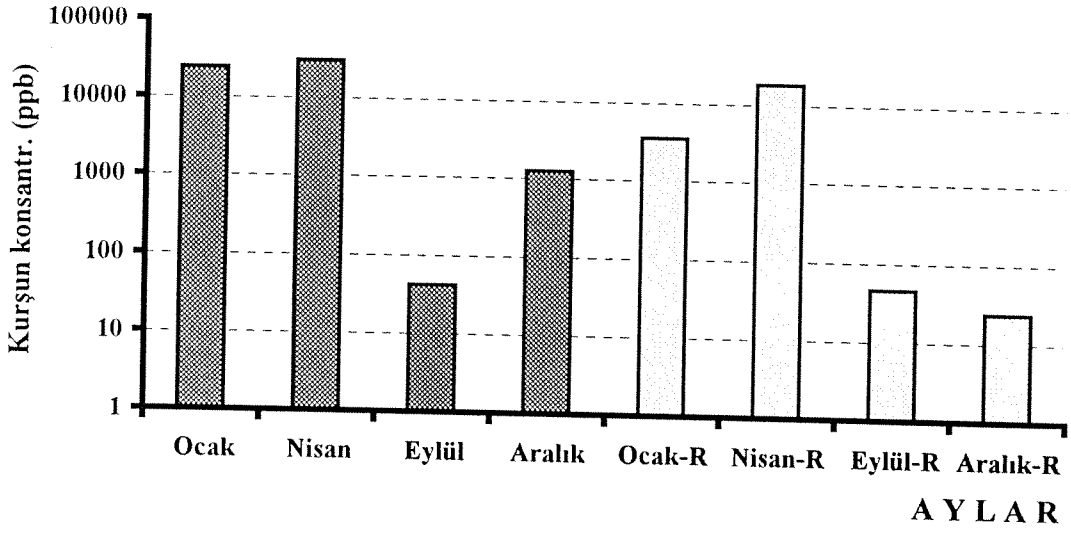
Şekil 23. Sedimanda kurşun konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.
R: Referans istasyonları.



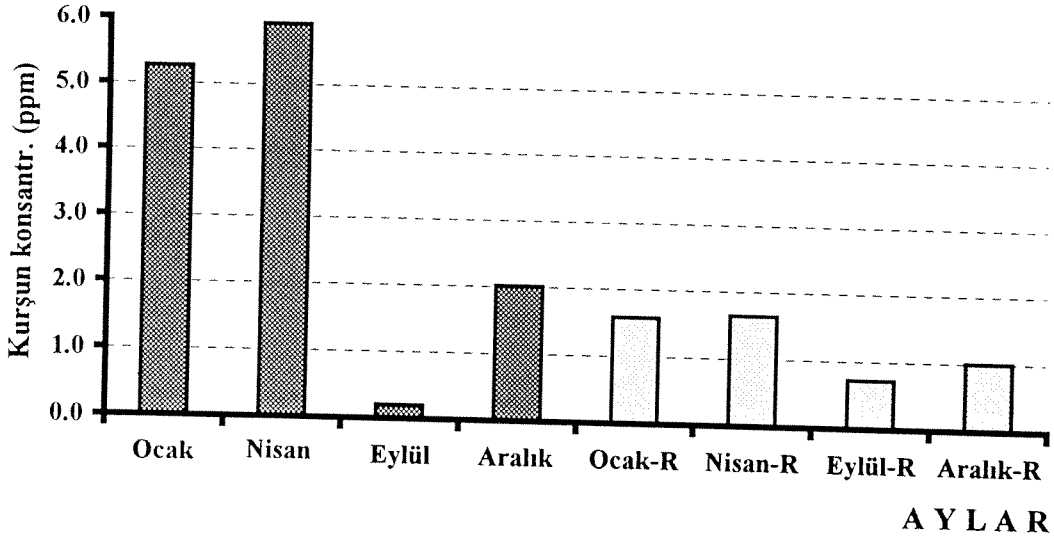
Şekil 22. Toplam askı yükte kurşun konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.
R: Referans istasyonları.



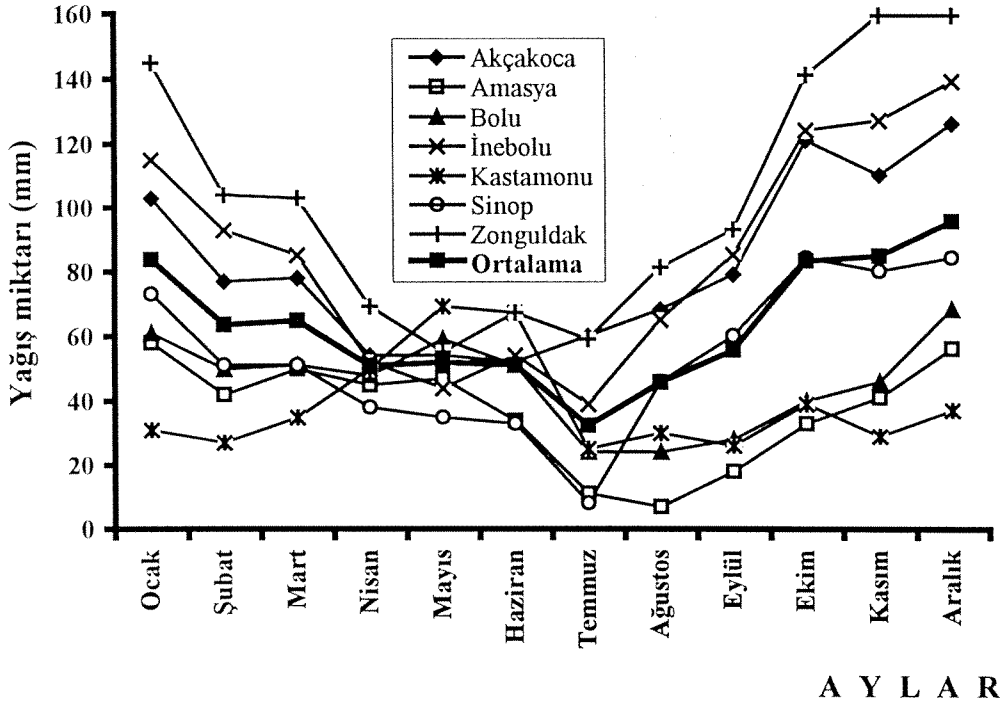
Şekil 23. Sedimanda kurşun konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.
R: Referans istasyonları.



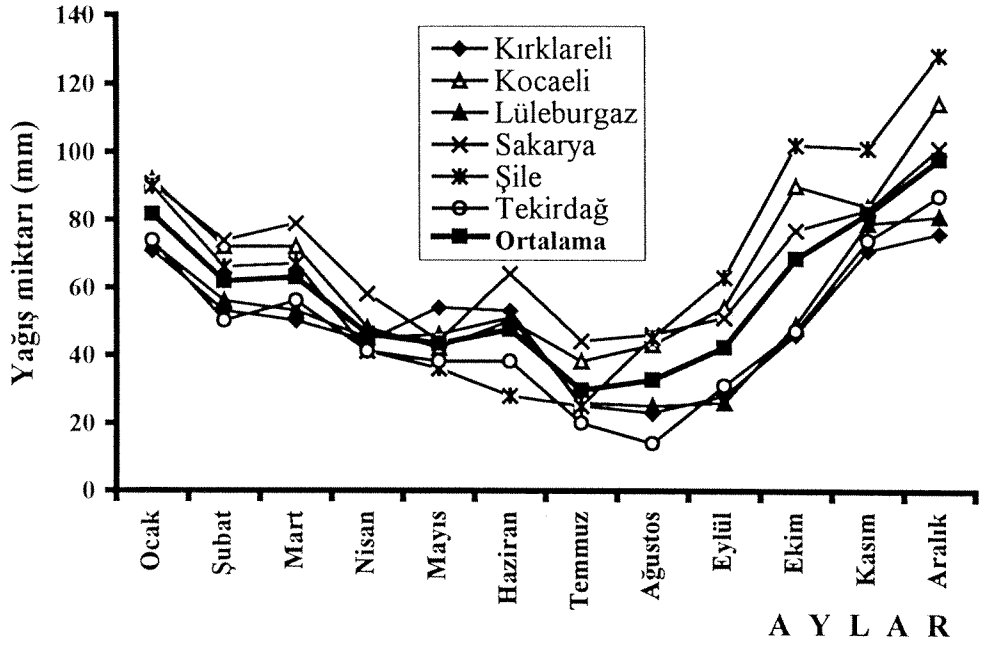
Şekil 24. Midyelerde kurşun konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.
R: Referans istasyonları.



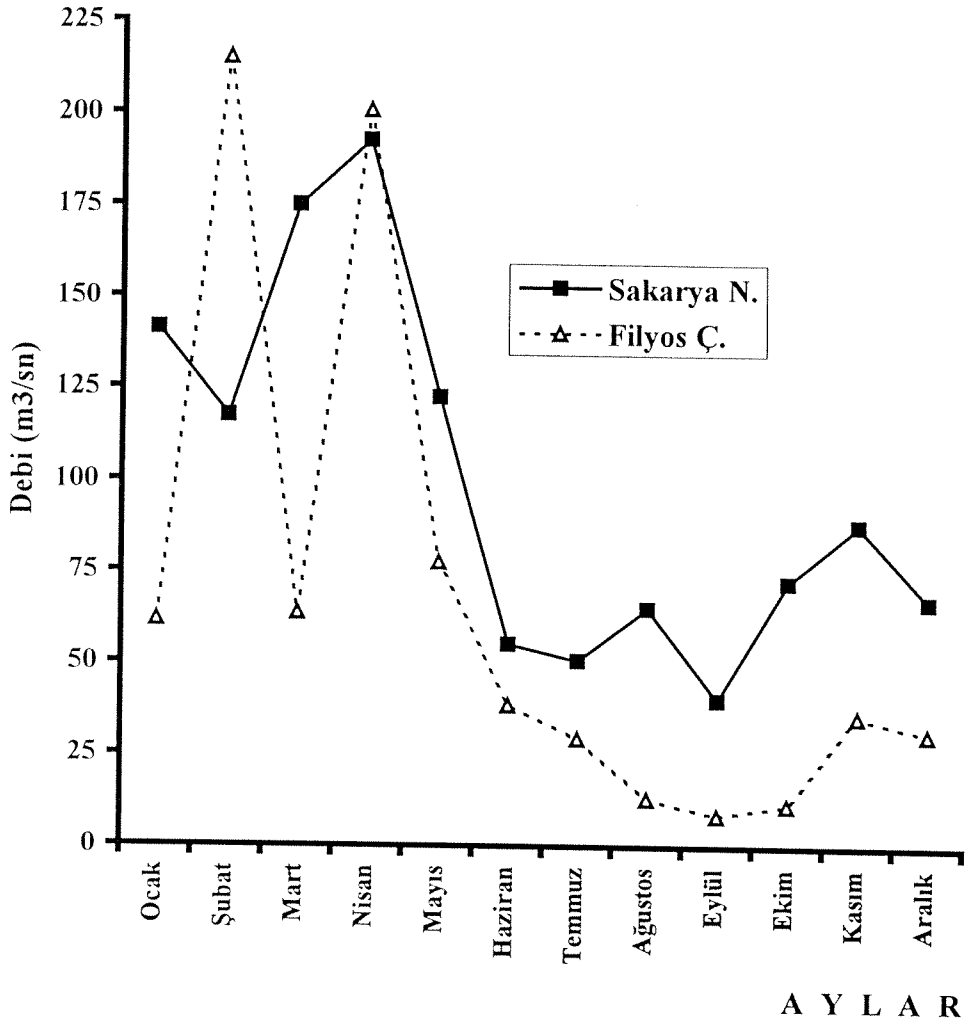
Şekil 25. Makroalglerde kurşun konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.
R: Referans istasyonları.



Şekil 26. Batı Karadeniz bölgesinde aylara göre yağış miktarları (M.G.M., 1993).



Şekil 27. Marmara bölgesinde aylara göre yağış miktarları (M.G.M., 1993).



Şekil 28. Sakarya nehri ve Filyos Çayının 1984, 1985 ve 1986 yılları ortalama debisi (E.İ.E., 1989).

BİBLİYOGRAFİK BİLGİ FORMU

1- Proje No: YDABÇAG-258/G **2- Rapor Tarihi Mart:** 1997

3-Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 01.05.1995-31.12.1995

4- Projenin Adı: Batı Karadeniz'de Ağır Metal Kirliliğinin Karasal Kaynaklarının Belirlenmesi

5- Proj Yürütücüsü ve Yardımcı Araştırmacılar: Yürürütücü: Prof.Dr.Mustafa ÜNSAL
Yardımcı Araştırmacılar: Yılmaz BEKİROĞLU, Araşt. Gör. Şengül BEŞİKTEPE, Yusuf KAYIKÇI, Ülkü ATAÇ, Sıdıka ERGİN

6- Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: OTDÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü, P.K. 28 33731 Erdemli-İÇEL

7- Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:
1- TÜBİTAK-Atatürk Bulv. No: 221 06100 Kavaklıdere-ANKARA
2- Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü, Yomra-TRABZON

8- Öz (Abstract):

Bu raporda, "Batı Karadeniz'de Ağır Metal Kirliliğinin Karasal Kaynaklarının Belirlenmesi" Projesi çerçevesinde 9 kaynak ve 4 referans istasyonundan alınan Toplam Askı Yük, Sediman, Midye ve Makroalgler örneklerinde Cıva, Bakır ve Kurşun analizleri yapılarak bu metallerin karasal kaynaklarının belirlenmesine çalışılmıştır. Aycıca konsantrasyonların istasyonlara ve aylara göre değişimi incelenmiştir.

Cıva konsantrasyonları örnek türüne ve istasyonlara göre farklılıklar göstermiştir. Bakır, İnebolu'dan alınan tüm örneklerde anormal derecede yüksek, diğer istasyonlarda normal düzeyde bulunmuştur. Kurşun konsantrasyonları İnebolu, Zonguldak ve Sakarya nehrinden alınan toplam askı yük ve sediman örneklerinde yüksek bulunmuş, midye ve makroalglerde ise değişik istasyonlarda farklılıklar göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Toplam Askı Yük, Sediman, Midye, makroalg, Metal, Konsantrasyon.

9- Proje ile ilgili Yayın/Tebliğlerle ilgili Bilgiler: --

10- Bilim Dalı : Deniz Bilimleri
Doçentlik B.Dalı Kodu: 611.01.00 **ISIC Kodu**: -
Uzmanlık Alanı Kodu: -

11- Dağıtım (*): ☐ **Sınırlı** ☐ **Sınırsız**

12- Raporun Gizlilik Durumu: ☐ **Gizli** ☐ **Gizli Değil**